

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

УДК 621.315.21
ББК 32.845.6
С30

Семенов А. Б.

С30 Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов. – М.: ДМК Пресс; М.: Компания АйТи, 2003. – 416+16 с.: ил.

ISBN 5-94074-210-6

В книге даются общие сведения о структуре и допустимых длинах кабельных линий различных подсистем СКС при основных вариантах ее реализации. Рассмотрены требования по габаритам, оборудованию и условиям окружающей среды к техническим помещениям, а также к кабельным трассам горизонтальной и магистральной подсистем СКС, предлагаются варианты их конструктивного исполнения на архитектурной фазе проектирования. Представлены схемы расчета количеств и выбора параметров отдельных компонентов горизонтальной и магистральной подсистем СКС на телекоммуникационной фазе выполнения проектных работ. Обоснованы принципы задания характеристик монтажного оборудования различного назначения и методика расчета его габаритов и количества. Дополнительно затронуты вопросы оформления проектной документации, обеспечения пожарной безопасности и построения кабельной проводки для защищенных сетей. Приведен пример проектирования с использованием разработанной методики.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 5-94074-210-6

© Компания АйТи, 2003

© Оформление, издание

ДМК Пресс, 2003

Перечень сокращений	14
Предисловие рецензента	15
Введение	16
Глава I	
Основные сведения о СКС	23
1.1. Структура СКС	23
1.1.1. Топология СКС	23
1.1.2. Технические помещения	24
1.1.3. Подсистемы СКС	24
1.1.4. Принципы администрирования СКС	27
1.1.5. Кабели СКС	27
1.2. Понятие классов и категорий и их связь с длинами кабельных трасс	28
1.2.1. Классы приложений, категории кабелей и разъемов СКС	28
1.2.2. Ограничения на длины кабелей и шнуров СКС	31
1.3. Дополнительные варианты топологического построения СКС	33
1.3.1. Варианты построения горизонтальной подсистемы СКС	34
1.3.2. Топологии с централизованным администрированием	36
Глава II	
Общие вопросы проектирования СКС	39
2.1. Принципы проектирования	39
2.1.1. Основные нормативные документы	39
2.1.2. Процесс создания СКС	40
2.1.3. Фазы проектирования	43
2.1.4. Особенности проектирования СКС как технического объекта	45
2.2. Разновидности проектной документации	47
2.2.1. Технические требования и техническое задание	47
2.2.2. Эскизный проект	48
2.2.3. Технический проект	49
2.2.4. Рабочая документация	50
2.2.5. Технорабочий проект	50

Глава III

Архитектурная фаза проектирования	52
3.1. Цели и задачи, нормативная база	52
3.2. Проектирование аппаратных	53
3.2.1. Размещение аппаратной	53
3.2.2. Площадь аппаратной	55
3.2.3. Условия окружающей среды в аппаратной	56
3.2.4. Особенности организации системы электропитания в аппаратной	57
3.2.5. Требования к конструкции и оборудованию аппаратной	58
3.2.6. Правила монтажа телекоммуникационного оборудования	61
3.3. Проектирование кроссовых	62
3.3.1. Площадь кроссовых	64
3.3.2. Размещение кроссовых	64
3.3.2.1. Одна кроссовая на этаж	64
3.3.2.2. Несколько кроссовых на этаж	65
3.3.3. Условия окружающей среды в кроссовых	66
3.3.4. Общие требования к конструкции и оборудованию кроссовых	67
3.3.5. Прочие варианты строительной реализации коммутиционных узлов	68
3.3.5.1. Ниши для установки коммутационного и сетевого оборудования	68
3.3.5.2. Открытая и закрытая установка шкафов	69
3.4. Размещение оборудования в технических помещениях	71
3.4.1. Схемы размещения оборудования	71
3.4.2. Выбор типа монтажного конструктива	74
3.5. Кабельные каналы различных видов и их емкость	76
3.5.1. Общие положения и классификация	76
3.5.2. Емкость каналов различных типов	77
3.5.2.1. Идеальные каналы	77
3.5.2.2. Реальные каналы	80
3.6. Кабельные трассы подсистемы внешних магистралей	83
3.6.1. Общие требования	83
3.6.2. Кабельная канализация	84
3.6.2.1. Линейная часть	84
3.6.2.2. Колодцы	89
3.6.3. Прочие разновидности подземных кабельных трасс	92
3.6.3.1. Коллекторы	92
3.6.3.2. Кабельная канализация лоткового типа	94

3.6.4. Наземные кабельные трассы	96
3.6.4.1. Технологические эстакады	96
3.6.4.2. Воздушная подвеска	96
3.6.4.3. Вывод кабеля на наружную стену здания и особенности его прокладки	98
3.6.5. Прямая прокладка кабеля в грунте	100
3.6.5.1. Обычные условия прокладки	100
3.6.5.2. Особые условия прокладки	102
3.6.6. Кабельные вводы в здание	103
3.6.6.1. Общие положения	103
3.6.6.2. Подземный ввод в здание	103
3.6.6.3. Воздушный ввод в здание	107
3.6.6.4. Ввод на лестничную клетку	109
3.6.7. Защита кабелей подсистемы внешних магистралей от механических повреждений	110
3.7. Кабельные трассы подсистемы внутренних магистралей	111
3.7.1. Разновидности конструкций для формирования трасс на вертикальных участках	112
3.7.2. Конструктивные требования к стоякам	114
3.7.3. Расчет площади поперечного сечения каналов для прокладки магистральных кабелей	116
3.7.4. Элементы формирования кабельных трасс на горизонтальном участке	118
3.7.4.1. Закрытая прокладка кабелей	118
3.7.4.2. Открытая прокладка кабелей	119
3.7.4.3. Технические коридоры	121
3.8. Кабельные трассы горизонтальной подсистемы	121
3.8.1. Общие положения	121
3.8.2. Кабельные трассы в конструкциях пола	122
3.8.2.1. Подпольные каналы	123
3.8.2.2. Ячеистые полы	126
3.8.2.3. Фальшполы	127
3.8.2.4. Закладные трубы	129
3.8.2.5. Вытяжные и технологические коробки	132
3.8.3. Подпотолочные кабельные каналы	134
3.8.3.1. Требования к подвесному потолку	134
3.8.3.2. Кабельные каналы для применения за подвесным потолком	135
3.8.3.3. Некоторые правила прокладки кабелей в каналах лоткового типа	137
3.8.3.4. Элементы поддержки и точечной фиксации	138
3.8.3.5. Способы подвода кабелей к рабочим местам	140

3.8.4. Прокладка кабелей в настенных и внутристенных каналах	142
3.8.5. Особенности прокладки одиночных кабелей вне кабельных каналов	143
3.9. Принципы и правила построения кабельной проводки СКС в зоне воздействия внешних источников мощного электромагнитного излучения	145
3.9.1. Совместная прокладка кабелей СКС и силовых кабелей	146
3.9.2. Прокладка кабелей СКС вблизи ламп дневного света	149
3.9.3. Совместная прокладка кабелей СКС и кабелей системы радиовещания и опавещения	150
3.9.4. Защита коммутационного оборудования от наводок	150
3.10. Принципы и способы установки информационных розеток в рабочих помещениях	151
3.10.1. Общие положения	151
3.10.2. Принципы и правила размещения розеток	152
3.10.3. Схемы монтажа розеток	153
3.10.3.1. Установка розетки во внутреннее пространство короба	153
3.10.3.2. Установка розетки на короб	154
3.10.3.3. Установка розетки рядом с коробом	155

Глава IV

Телекоммуникационная фаза проектирования	156
4.1. Цели, задачи и принципы выполнения расчетов на телекоммуникационной фазе	156
4.2. Исходные данные для проектирования	157
4.2.1. Строительные решения	157
4.2.2. Параметры кабельной системы	159
4.3. Проектирование подсистемы рабочего места	160
4.3.1. Распределение информационных розеток по отдельным помещениям	160
4.3.2. Комплектация розеток на рабочих местах	164
4.3.3. Оконечные шнуры в помещениях для размещения пользователей	167
4.3.4. Адаптеры	169
4.4. Проектирование горизонтальной подсистемы	170
4.4.1. Привязка отдельных рабочих мест к кроссовым	172
4.4.2. Выбор типа информационных розеток	174
4.4.3. Расчет горизонтального кабеля	175

4.4.3.1. Выбор типа и категории	175
4.4.3.2. Определение величины расхода	177
4.4.3.3. Область применения и ограничения метода	181
4.4.4. Проектирование точек перехода	183
4.4.5. Некоторые особенности проектирования нижних уровней кабельной проводки СКС	185
4.4.5.1. Выбор места расположения технических помещений кроссовой этажа	185
4.4.5.2. Выбор структуры нижнего уровня СКС	187
4.4.5.3. О применении гибридных кабелей	191
4.5. Магистральные подсистемы СКС	192
4.5.1. Выбор типа и категории магистральных кабелей	194
4.5.1.1. Волоконно-оптический кабель	194
4.5.1.2. Симметричный электрический кабель	196
4.5.2. Схемы соединения групповых устройств сетевого оборудования	198
4.5.2.1. Оборудование ЛВС	198
4.5.2.2. Оборудование УПАТС	200
4.5.3. Расчет линейных кабелей магистральных подсистем	201
4.5.3.1. Патребность в ресурсах кабельных трактов СКС типового сетевого оборудования с волоконно-оптическим и электрическим интерфейсами	201
4.5.3.2. Расчет емкости и количества магистральных кабелей	203
4.5.3.3. Выбор конструктивного исполнения магистральных кабелей	207
4.5.3.4. Определение величины расхода кабелей, затрачиваемого на реализацию подсистемы внешних магистралей	209
4.5.4. Определение нагрузок, действующих на кабель в процессе его затягивания в каналы кабельной канализации	210
4.5.4.1. Разновидности нагрузок	210
4.5.4.2. Расчет ожидаемого усилия тяжения	215
4.5.4.3. Методы уменьшения усилия тяжения	219
4.5.5. Особенности проектирования линейной части подсистемы внешних магистралей	220
4.5.6. Обеспечение надежности магистральных подсистем	222
4.5.7. Резервирование магистральных кабелей	223
4.5.8. Оценка целесообразности применения разветвительной муфты на трассах внешних волоконно-оптических магистралей	226

4.6. Административная подсистема	230
4.6.1. Способы подключения сетевого оборудования	
к кабельной системе	232
4.6.1.1. Электрическая подсистема	232
4.6.1.2. Оптическая подсистема	234
4.6.2. Принципы и способы подключения сетевого оборудования	
к СКС в технических помещениях различного уровня	234
4.6.2.1. Основные правила	234
4.6.2.2. Кроссовая этажа	235
4.6.2.3. Кроссовые верхнего уровня	236
4.6.3. Выбор типа коммутационного оборудования и распределение	
его панелей по функциональным секциям	236
4.6.3.1. Подсистемы на базе кабелей из витых пар	237
4.6.3.2. Подсистемы на базе волоконно-оптических кабелей	239
4.6.3.3. Некоторые особенности организации	
коммутационного поля	240
4.6.4. Определение емкости трактов передачи информации	
и расчет количества устройств коммутационного	
оборудования	242
4.6.5. Переходники и адаптеры	244
4.6.6. Правила применения организаторов	245
4.6.6.1. Панели и активное сетевое оборудование	
с модульными разъемами	245
4.6.6.2. Кроссовые панели типа 110	247
4.6.6.3. Кроссовые башни типа 110	247
4.6.6.4. Оптические полки	247
4.7. Определение типов и количеств шнуров для применения	
в технических помещениях	248
4.7.1. Разновидности шнуровых изделий	248
4.7.2. Определение типа и категории шнуров	249
4.7.3. Определение объема поставки шнуров определенных длин	
для применения в технических помещениях	249
4.7.4. Оценка функции $\varphi_L(x)$ плотности длины кабеля шнуров	256
4.7.4.1. Термины и определения	256
4.7.4.2. Длина горизонтальной части кабеля шнура	257
4.7.4.3. Длина вертикальной части кабеля шнура	261
4.7.4.4. Оценка распределения длин кабелей шнуров	266
4.8. Особенности проектирования кабельных трактов СКС	
для передачи телевизионных сигналов	266

Глава V

Расчет декоративных коробов, монтажных конструктивов и прочих дополнительных компонентов СКС	273
5.1. Настенные кабельные каналы	273
5.1.1. Общие положения	273
5.1.2. Выбор высоты установки и габаритных размеров	274
5.1.3. Методы прокладки коробов и расчет их количества	277
5.1.4. Расчет количества аксессуаров	279
5.1.4.1. Стандартные комплектующие изделия	279
5.1.4.2. Разделительная стенка и крышка коробов больших размеров	280
5.2. Монтажные конструктивы	281
5.2.1. Определение максимальной высоты монтажного конструктива	281
5.2.2. Принципы размещения оборудования при организации коммутационного поля	283
5.2.2.1. Размещение оборудования в одном монтажном конструктиве	283
5.2.2.2. Размещение оборудования в двух монтажных конструктивах	285
5.2.3. Оценка требуемой высоты монтажного конструктива	288
5.2.3.1. Напольные конструктивы	288
5.2.3.2. Настенные конструктивы	290
5.2.4. Выбор ширины и глубины закрытого напольного монтажного конструктива	291
5.2.4.1. Выбор ширины конструктива	292
5.2.4.2. Выбор глубины конструктива	295
5.3. Аксессуары и дополнительные компоненты 19-дюймовых монтажных конструктивов	297
5.3.1. Горизонтальные организаторы кабелей коммутационных шнуров	297
5.3.1.1. Размещение коммутационного оборудования в одном монтажном конструктиве	298
5.3.1.2. Размещение коммутационного оборудования в двух напольных монтажных конструктивах	302
5.3.1.3. Размещение оборудования в настенном конструктиве	303
5.3.1.4. Глубина установки монтажных рельсов закрытых конструктивов	303

5.3.2. Вертикальные организаторы кабелей	
коммутационных шнуров	304
5.3.2.1. Размещение оборудования в одном конструктиве	306
5.3.2.2. Основная схема размещения оборудования	
в двух монтажных конструктивах	307
5.3.2.3. Альтернативная схема размещения оборудования	
в двух монтажных конструктивах	308
5.3.2.4. Требования к конструкции вертикальных организаторов	
монтажных конструктивов	309
5.3.3. Вертикальные организаторы кроссовых башен типа 110	309
5.3.4. Распределители силового электропитания	311
5.4. Расчет параметров и величины расхода элементов крепления	
оборудования СКС	314
5.4.1. Элементы крепления декоративных коробов	
и их аксессуаров	315
5.4.2. Кабельные стяжки	318
5.4.2.1. Расчет расхода стяжек при прокладке кабелей	
в закрытом монтажном конструктиве	318
5.4.2.2. Принципы расчета расхода стяжек при прокладке кабелей	
вне монтажных конструктивов	320
5.4.2.3. Расчет длины кабельных стяжек	320
5.4.3. Элементы крепления оборудования	
в 19-дюймовом конструктиве	323
5.5. Элементы маркировки	325
5.5.1. Маркируемые компоненты и нормативная база	325
5.5.2. Принципы формирования маркирующих индексов	327
5.5.3. Выбор типа элементов маркировки и определение	
их расхода	328

Глава VI

Технические предложения и проектная документация	330
6.1. Подготовка технического предложения	330
6.1.1. Общие положения	330
6.1.2. Формат представления и шаблоны документов	332
6.2. Принципы ускорения и средства автоматизации	
процесса подготовки технических предложений	333
6.3. Работы по монтажу СКС и оценка продолжительности	
реализации кабельной системы	335
6.3.1. Организация работ	335
6.3.2. Основные виды работ по монтажу	335
6.3.3. Работы по приемке СКС	337

6.4. Принципы и правила оформления проектной документации	338
6.4.1. Общие положения	338
6.4.2. Особенности оформления текстовой части проектной документации	339
6.4.3. Особенности оформления спецификации	340
6.4.4. Рабочие чертежи	341
6.4.4.1. Общие данные по рабочим чертежам	342
6.4.4.2. Некоторые правила оформления рабочих чертежей	343
6.4.4.3. Правила внесения изменений в рабочую документацию, выданную заказчику	345

Глава VII

Правила противопожарной безопасности

при проектировании СКС	349
7.1. Кабели	349
7.2. Строительные объекты	352
7.2.1. Проходы через стены и перекрытия	352
7.2.2. Технические помещения	353
7.2.3. Коридоры и рабочие помещения	353
7.2.4. Кабельные каналы и фальшполы	354

Глава VIII

Особенности построения кабельной проводки СКС

для передачи охраняемой информации	355
8.1. Общие положения	355
8.2. Способы минимизации уровня внешнего излучения и маскировки информационных сигналов	356
8.2.1. Технические средства	357
8.2.2. Маскировка передаваемых сигналов	357
8.3. Проектные мероприятия на архитектурной фазе	358
8.3.1. Защита кабелей вне охраняемой зоны	358
8.3.2. Требования к коммутационному оборудованию	359
8.3.3. Особенности применения волоконно-оптических кабелей	360
8.4. Технические решения для отдельных подсистем защищенных СКС	361
8.4.1. Решения для рабочих мест	361
8.4.2. Решения для линейной кабельной проводки	361
8.4.3. Решения для технических помещений	362
8.5. Организационные мероприятия	363

Глава IX

Пример проектирования СКС	364
9.1. Исходные данные	364
9.2. Архитектурная фаза проектирования	368
9.2.1. Технические помещения	369
9.2.2. Кабельные каналы различного назначения	370
9.2.3. Размещение оборудования	371
9.3. Телекоммуникационная фаза проектирования	373
9.3.1. Подсистема рабочего места	373
9.3.2. Проектирование горизонтальной подсистемы	375
9.3.3. Проектирование подсистемы внутренних магистралей	377
9.3.4. Проектирование подсистемы внешних магистралей	380
9.3.5. Проектирование административной подсистемы	382
9.3.5.1. Выбор типа коммутационного оборудования и схемы подключения сетевых устройств	382
9.3.5.2. Расчет количества устройств коммутационного оборудования и их аксессуаров	382
9.3.6. Выбор типа и расчет количества организаторов	385
9.3.7. Расчет количества и определение длин оконечных, кроссовых и коммутационных шнуров в технических помещениях	387
9.3.7.1. Кроссовые	387
9.3.7.2. Аппаратная	388
9.4. Расчет дополнительных и вспомогательных элементов СКС	391
9.4.1. Расчет декоративных коробов и их аксессуаров	391
9.4.1.1. Определение габаритных размеров	391
9.4.1.2. Расчет количества короба и аксессуаров	392
9.4.2. Прочие разновидности кабельных каналов	392
9.4.2.1. Расчет требуемого количества каналов стояка	392
9.4.2.2. Расчет кабельных вводов горизонтальных кабелей в технические помещения	393
9.4.2.3. Расчет закладных труб вводов в рабочие помещения	394
9.4.2.4. Расчет габаритов лотков	394
9.4.3.5. Расчет монтажных конструктивов	395
9.5. Расчет вспомогательных элементов СКС	396
9.5.1. Выбор типа и расчет объемов поставки элементов крепления	396
9.5.1.1. Кабельные стяжки	396
9.5.1.2. Элементы крепления декоративных коробов	396

9.5.1.3. Элементы крепления оборудования в 19-дюймовом конструктиве	397
9.5.2. Расчет количества элементов маркировки	397
9.5.3. Технологическое и измерительное оборудование	397
Заключение	402
Глоссарий	404
Литература	408

Семенов А. Б.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СТРУКТУРИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

АйТи



Москва, 2003

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕЦЕНЗЕНТА

Предлагаемая читателю монография основана на огромном личном опыте автора по созданию и развитию первой российской структурированной кабельной системы в компании АйТи, а также на опыте работы автора с СКС зарубежных производителей, в частности с СКС SYSTIMAX компании Avaya Communications.

Рынок СКС сформировался в нашей стране к концу 90-х годов прошлого века на основе американских, европейских и международных стандартов. Вместе с тем до настоящего времени в России нет единого национального стандарта на СКС. Тем не менее использование американских, европейских и международных стандартов позволяет создавать СКС с учетом отечественной специфики на основе зарубежных и отечественных компонентов.

До настоящего времени в отечественной практике проектирования СКС нет единого материала, который учитывал бы как отечественные, так и зарубежные нормы и нормативы при проектировании СКС.

В настоящей монографии автором предложен обобщенный материал по проектированию, основанный на нормативно-технической документации и специальной литературе, связанной с проектированием СКС.

Монография не имеет аналогов в России, в ней со всей возможной полнотой отражен современный уровень развития проектирования СКС как у нас в стране, так и за рубежом.

Книга предназначена для широкого круга специалистов, занимающихся вопросами проектирования СКС, студентов высших учебных заведений соответствующих специальностей.



*Э. Л. Портнов,
заведующий кафедрой «Линии связи» МТУСИ,
д.т.н., профессор,
академик АТИ*

ВВЕДЕНИЕ

В нашей стране к концу 90-х годов полностью сформировался рынок структурированных кабельных систем (СКС) с годовым объемом оборотов по меньшей мере в несколько десятков миллионов долларов. При этом данный сектор рынка информационных технологий имеет тенденцию к устойчивому постоянному росту достаточно высокими темпами. Так, согласно исследованиям BSRIA [1] темпы роста объема рынка в период 2000–2001 годов составили примерно 20%. В области СКС в течение длительного времени успешно работают ряд компаний различных форм собственности, для некоторых из которых создание структурированной кабельной проводки является основным видом деятельности.

Техническое направление «Структурированные кабельные системы» является сравнительно молодым как для промышленно развитых государств, так и особенно для нашей страны. Для иллюстрации этого факта достаточно сказать, что идея СКС сформировалась в своем окончательном виде только в конце 80-х годов, а первые структурированные кабельные системы были установлены в Российской Федерации только в 1992 году. Прошедший с этого момента период характеризовался как значительным увеличением числа типов СКС различных производителей, так и быстрым ростом объемов создаваемой структурированной кабельной проводки. Растущая сложность проектов и масштабы кабельных систем, а также жесткая конкуренция производителей и компаний-инсталляторов заставляют обратить самое пристальное внимание на уровень и качество выполнения работ на всех стадиях реализации проекта и, не в последнюю очередь, на уровень выполнения собственно процесса проектирования. Актуальность данной задачи объясняется тем простым фактом, что разработать грамотный проект структурированной кабельной проводки даже в двух-трех комнатах с несколькими десятками портов «на глазок» является весьма затруднительной процедурой. В тех же ситуациях, когда количество обслуживаемых рабочих мест переваливает за сотню и в составе СКС имеется магистральная подсистема, данная операция является практически просто невозможной. СКС является достаточно дорогостоящим элементом телекоммуникационной инфраструктуры современного офисного здания в плане разовых финансовых вложений, причем относительная доля этих затрат заметно подросла в последнее время в связи с быстрым падением стоимости активного сетевого оборудования. В таких условиях расходы на создание кабельной проводки контролируются достаточно строго. Любая содержащаяся в проектом предложении цифра должна быть обоснована и доказана заказчику, а наиболее серьезным аргументом в этой работе являются инженерные расчеты и ссылки на соответствующие нормы и стандарты.

Особенностью деятельности в области построения СКС является то, что принципиально не существует две абсолютно одинаковые структурированные кабельные

системы. В отличие от основной массы продуктов и видов оборудования, применяемых в процессе построения информационно-вычислительных комплексов различного назначения, в СКС невозможно в полной мере использование преимущества крупносерийного производства в условиях современного автоматизированного промышленного предприятия именно на системном уровне. В самом благоприятном случае компания-инсталлятор может предложить своему заказчику типовое решение, предназначенное для здания конкретной серии, которое реализовано методом индустриального строительства. Таким образом, кабельная проводка в обязательном порядке представляет собой во многом уникальный проект со своими индивидуальными и во многих случаях неповторимыми особенностями, самыми неожиданными проблемами и, как показывает практика, часто очень остроумными и оригинальными способами их решения. В таких специфических условиях резко возрастают роль человеческого фактора вообще и значение квалификации проектировщика в частности. Одновременно сам процесс проектирования еще на стадии формирования общей структуры кабельной проводки превращается в искусство выбора из множества возможных вариантов одного конкретного решения, оптимального или, по крайней мере, квазиоптимального по нескольким плохо совместимым, а зачастую даже противоречивым критериям. Дополнительным фактором, существенно осложняющим работу специалиста, является практически обязательное и в то же время плохо формализуемое требование заказчика о надежной защите своих инвестиций в СКС на протяжении достаточно продолжительного времени (принцип «вложиться и не думать о модернизации десять – пятнадцать лет», то есть фактически на весь межремонтный срок службы здания). Последнее означает необходимость учета в проекте перспектив появления новых технологий передачи данных, возможности модернизации кабельной системы, а также ее расширения.

В соответствии с реалиями сегодняшнего дня процесс проектирования в основной массе случаев начинается еще до открытия финансирования – на этапе формирования тендерного предложения. Поэтому от уровня профессиональной квалификации проектировщика в немалой степени зависит успех любой компании, действующей на непростом национальном рынке системной интеграции в широком смысле слова и в области СКС в частности.

Известные до настоящего времени публикации в открытой печати на тему структурированной кабельной проводки в подавляющей своей части посвящены результатам различных маркетинговых исследований или рассматривают технические проблемы СКС, вопросы стандартизации и перспективы развития элементной базы. Информация на русском языке именно в области проектирования носит крайне отрывочный характер и закрывает далеко не весь комплекс вопросов, с которыми в обязательном порядке сталкивается в своей деятельности проектировщик. Уровень проработки доступного материала, достаточный для практического использования в процессе проектирования СКС, имеется, по мнению автора, только в областях построения инженерных сооружений подсистемы внешних магистралей. При реализации данных объектов можно пользоваться (иногда с определенными оговорками) соответствующими директивными документами

Министерства Российской Федерации по связи и информатизации. Нормативно-техническая документация этого министерства, а также некоторых других государственных ведомств и крупных корпораций, например Сберегательного банка и Центрального Банка Российской Федерации, частично может быть использована также в процессе задания требований и определения структуры технических помещений СКС и конструкции кабельных трасс внутри зданий. Основные идеи и принципы проектирования СКС в том виде, как представляет себе эту проблему автор данной работы, изложены в монографии [97]. Однако глава по проектированию, содержащаяся в этой книге, не может быть исчерпывающе полной и достаточной для практической деятельности проектировщика из-за того, что упомянутая работа рассматривает тематику СКС во всем многообразии этого технического направления. Отметим также то, что определенные сведения описательного плана на уровне обобщенного алгоритма процедуры создания структурированной кабельной проводки приведены в монографии [2].

Немногом могут помочь также ставшие доступными автору зарубежные публикации. Так, например, информация по проектированию, содержащаяся в фундаментальном руководстве [3], ограничивается рамками только так называемой архитектурной фазы. Определенные далеко не полные, хотя и в большей или меньшей степени систематизированные, сведения применительно к конкретной кабельной системе могут быть найдены в так называемых Руководствах инсталлятора или Справочниках проектировщика (Design Guide), например [4, 5], распространяемых среди своих партнеров некоторыми производителями СКС. При этом, несмотря на достаточно большую активность на российском рынке и рынках стран СНГ, указанные руководства предлагаются в основной своей массе только в англоязычном варианте. Данное обстоятельство, даже при заметно возросшем за последние десять лет общеобразовательном уровне отечественных специалистов, ощутимо снижает доступность содержащегося в них материала. Единственным известным автору исключением является изданное еще в 1998 году руководство [6] компании Molex (Mod-Tap). Достоянием отдельного упоминания также выпущенная двумя годами ранее ограниченным тиражом написанная еще в 1992 году и переведенная на русский язык монография [7], содержащая ряд интересных и достаточно качественных рекомендаций по подготовке здания к построению в нем современной информационной инфраструктуры. Обе эти публикации являются библиографической редкостью и практически не знакомы массовому отечественному читателю.

Основная масса производителей СКС приводит в каталоге компонентов своей кабельной системы различные справочные материалы, оформленные обычно в виде приложений. Среди них могут присутствовать сведения, полезные для проектировщика и дающие общее понятие как о правилах организации кабельных трасс и оборудования технических помещений, так и принципах построения линий различных подсистем. Так, например, в каталоге [8] компании Siemon содержатся хорошо иллюстрированные и поэтому очень наглядные выдержки из стандартов TIA/EIA-569-A и TIA/EIA-607.

Известны также малотиражные фирменные разработки производителей зарубежных СКС, выдаваемые в качестве раздаточного материала слушателям учебных курсов. Знакомство с этими материалами, изучение программ и личное посещение занятий показывает, что слушатели этих курсов занимаются главным образом углубленным изучением каталога стандартных компонентов СКС, правил построения одиночного кабельного тракта на электрической и волоконно-оптической элементной базе и последующего его тестирования. Различные аспекты проектирования СКС именно как сложной системы в подавляющем большинстве случаев не выводятся в отдельный раздел и тем более в самостоятельный курс. При изучении общих вопросов они затрагиваются вскользь, и на их рассмотрение программа отводит не более двух-трех академических часов. Единственным известным исключением на этом фоне является только курс ND3321 фирмы Avaya Communication [9], однако и он охватывает лишь очень малую часть вопросов, с решением которых приходится иметь дело проектировщику при работе в нашей стране.

Естественным следствием положения дел, сложившегося в отрасли в области проектирования, является то, что некоторые проблемы проектного плана в процессе практической деятельности решаются исходя только из личных пристрастий проектировщика без каких-либо серьезных обоснований. Результатом является, как показывает опыт, не только очень часто встречающаяся на практике неоптимальность предлагаемого заказчику решения в плане стоимости, функциональной гибкости и других аналогичных параметров, но и повышенная вероятность грубых ошибок типа включения в спецификацию чрезмерного количества одних компонентов и недостатка других.

Совокупность описанных обстоятельств приводит к тому, что потребность в литературе, в систематизированном виде раскрывающей основные принципы и тонкости процесса проектирования структурированной кабельной проводки и сопутствующей ей инфраструктуры, начинает ощущаться достаточно остро.

Передаваемая в руки читателей монография адресуется широкому кругу специалистов, деятельность которых тем или иным образом связана с реализацией структурированной кабельной проводки, в первую очередь на этапах ее планирования и проектирования. Главной целью этой работы является попытка с единых позиций осветить основные вопросы проведения процесса проектирования СКС как сложной технической системы. При этом в систематизированном, с точки зрения автора, виде рассмотрены различные аспекты проектирования не только собственно структурированной кабельной проводки, но и всей сопутствующей ей инфраструктуры. Основой материала является опыт, накопленный:

- во время работы с СКС SYSTIMAX фирмы Avaya Communication (в 1995–1997 годах);
- в процессе создания, развития и продвижения первой российской структурированной кабельной системы АйТи-СКС (начиная с 1996 года);
- при чтении курса проектирования кабельных систем в Академии АйТи (начиная с 2001 года).

Изложение материала по умолчанию ведется исходя из принципа создания СКС на неэкранированной элементной базе, на которой согласно упомянутым выше исследованиям BSRIA реализуется порядка 90% проектов кабельных систем в нашей стране. В случае необходимости применения экранированных решений отдельно даются необходимые комментарии. Уровень сложности при изложении материала рассчитан на специалиста, который по роду своей деятельности тем или иным образом связан с созданием структурированной кабельной проводки или интересуется принципами ее построения, а также:

- имеет высшее или среднее специальное профильное образование и владеет базовыми знаниями в области передачи и обработки информации;
- знаком с элементной базой, правилами построения кабельных трактов различного вида и стандартами СКС;
- прошел обучение основам техники структурированных кабельных систем в объеме краткосрочных фирменных курсов производителя СКС;
- владеет персональным компьютером на уровне пользователя основных программ, включенных в пакет Microsoft Office или им подобных.

Автор книги надеется, что ее содержание окажется полезным читателям как в плане приобретения новых специальных знаний, так и расширения кругозора. При этом текст книги писался таким образом, чтобы начинающие специалисты нашли в ней теоретический и практический материал по многим проблемам, встречающимся в процессе разработки проекта СКС, а также по способам их решений. Опытным менеджерам и сотрудникам проектных отделов книга может оказать помощь в процессе выработки технико-коммерческих предложений и выполнения проектных работ по созданию кабельных систем различной сложности, а также при рассмотрении тех вопросов, которые ранее не встречались в практической деятельности. Автор предполагает, что содержащийся в данной монографии материал может быть полезным также монтажникам и техническим специалистам эксплуатационных подразделений, которые могут почерпнуть из нее информацию о принципах работы проектировщиков и выборе ими тех или иных решений. Студенты профильных высших и средних специальных учебных заведений и слушатели факультетов повышения квалификации высшей школы смогут использовать книгу в качестве учебного пособия в процессе изучения курсов линий связи, компьютерных сетей и аналогичных им дисциплин, а также выполнения курсовых и дипломных проектов и прочих зачетных работ.

Монография в содержательной своей части состоит из девяти глав.

В первой главе даны основные сведения о структуре СКС и базовых ограничениях стандартов как на длины кабельных трактов различных подсистем, так и применяемых в технических и рабочих помещениях коммутационных шнуров при реализации на электрической и волоконно-оптической элементной базе. Отдельно рассматриваются варианты построения горизонтальной подсистемы.

Вторая глава посвящена общим вопросам проектирования СКС. В ней с учетом соответствующих отечественных и зарубежных стандартов и иных нормативно-технических документов рассматриваются принципы, используемые в процессе проектирования СКС, и виды создаваемой при этом документации.

Решения, разрабатываемые на архитектурной фазе проектирования, рассматриваются в третьей главе. Наряду с описанием требований к характеристикам технических помещений различного уровня большое внимание уделяется принципам и особенностям организации кабельных трасс горизонтальной и магистральных подсистем.

Телекоммуникационная фаза проектирования является темой четвертой главы. В ней выполняется выбор параметров электрических и оптических компонентов, на основе которых реализуются тракты передачи сигналов горизонтальной и магистральных подсистем, а также производится расчет их количества при реализации кабельной проводки с различной степенью интеграции.

Пятая глава посвящена выбору различных монтажных и вспомогательных компонентов, используемых в процессе реализации СКС, расчету их параметров и количеств. Отдельно кратко рассматриваются методы подготовки технических предложений и средства ускорения выполнения этих процедур.

Процесс подготовки и оформления проектной документации на различных стадиях реализации проекта излагается в шестой главе.

Правила противопожарной безопасности в отношении кабельных изделий и архитектурно-планировочных решений, которые необходимо соблюдать при проектировании и создании СКС, рассматриваются в седьмой главе.

Принципы и правила построения СКС, используемых при передаче охраняемой информации, приводятся в восьмой главе.

В девятой главе представлен пример использования материала, рассматриваемого в предыдущих главах, для проектирования гипотетической СКС.

Для облегчения работы над текстом книги в нее введен глоссарий с толкованием основных терминов, использованных в процессе изложения материала.

Автор приводит также достаточно обширный перечень нормативно-технической и специальной литературы, относящейся к теме данной монографии. Это позволит читателю углубить свои знания, обратившись к оригиналам использованных в работе первоисточников.

Подробные сведения по различным аспектам элементной базы и общим вопросам техники СКС читатель может почерпнуть в монографии [97].

Одной из проблем, с которой неизбежно сталкивается любой автор, пишущий на тему СКС, является задача выбора подходящей терминологии. На момент сдачи монографии в печать такая терминология только формируется, а правила ее использования вызывают иногда достаточно бурные дебаты среди специалистов. В данной работе для выхода из создавшейся ситуации был применен следующий подход. В тексте книги, исходя из принципа соблюдения преемственности с ранними работами автора, применялись в основном технические термины, использованные в монографии [97]. При рассмотрении многих вопросов была задействована терминология, содержащаяся в соответствующих отечественных нормативно-технических документах – ГОСТах, СНИП, ВНП и т.д. Количество новых терминов сведено до минимума, и вводились они только в тех ситуациях, когда это было безусловно необходимо.

Автор отдает себе отчет в том, что из-за обширности самого технического направления «Структурированные кабельные системы» и разнообразия задач,

возникающих в процессе построения проводки на реальных объектах, часть проблем, необходимость решения которых возникает в процессе проектирования, может быть затронута в монографии очень бегло или даже не упомянута вообще. Более того, отсутствие прямых аналогов данной работы и большой объем материала, переработанный в процессе подготовки монографии к печати, естественным образом увеличивают риск появления в ней различных неточностей или даже ошибок. Поэтому любые конструктивные предложения, замечания и пожелания будут восприняты с благодарностью, рассмотрены по существу и использованы для улучшения содержания книги.

Автор выражает свою искреннюю признательность всем специалистам, оказавшим помощь при создании данной монографии. Большим подспорьем в работе над некоторыми разделами книги оказалась техническая информация, любезно предоставленная Ласло Вайдой (менеджером по странам Центральной и Восточной Европы компании Brand Rex), Екатериной Российской (московское представительство фирмы Superior Modular Products), Александром Найшуллером (фирма Марк Юнит Про, Москва) и Русланом Чепелевым (московское представительство фирмы Corning). Ряд положений, приведенных в книге, был выработан в процессе обсуждений и дискуссий, в которых принимали участие преподаватель курса СКС Академии АйТи П.А. Самарский, а также начальники отделов департамента сетевых технологий компании АйТи Максим Маркин и Владимир Космовский. Особая благодарность выражается Александру Бенеташвили за помощь в работе над рукописью и Елене Домбровской за подготовку иллюстративного материала.

30 сентября 2002 года

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СКС

1.1. Структура СКС

1.1.1. Топология СКС

В основу любой полномасштабной структурированной кабельной системы положена древовидная топология, которую иногда называют также структурой иерархической звезды. Функции узлов структуры выполняет коммутационное оборудование различного вида, которое может иметь две основные разновидности: индивидуальные информационные розетки, эксплуатируемые пользователями кабельной системы, и панели различных видов, образующие групповое коммутационное поле, с которыми работает обслуживающий персонал. Коммутационное оборудование соединяется между собой электрическими и волоконно-оптическими кабелями различных видов.

Все кабели, входящие в технические помещения, обязательно заводятся на упомянутые выше коммутационные панели, на которых с помощью шнуров¹ осуществляются все подключения и переключения в процессе текущей эксплуатации кабельной системы. Стандарты позволяют также организацию резервных трактов передачи сигналов. Все это в сочетании с использованной древовидной топологией в части, касающейся СКС, обеспечивает гибкость и надежность СКС, а также возможность легкой переконфигурации и адаптируемости кабельной системы под конкретное приложение (рис. 1.1).

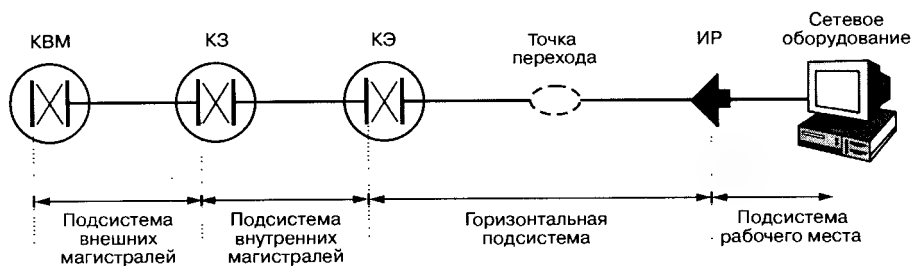


Рис. 1.1. Подсистемы СКС

¹ Существует также ограниченная номенклатура так называемых бесшнуровых панелей и панелей с переключателями, не получивших широкого распространения.

1.1.2. Технические помещения

Технические помещения необходимы для построения СКС и информационной системы в целом. В общем случае они делятся на аппаратные и кроссовые.

Аппаратной в дальнейшем называется техническое помещение, в котором наряду с групповым коммутационным оборудованием СКС располагается сетевое оборудование коллективного пользования масштаба предприятия (УПАТС, серверы, коммутаторы). Аппаратные оборудуются фальшполами, системами пожаротушения, кондиционирования и контроля доступа. Уровень устанавливаемых в аппаратной различных устройств и систем инженерного обеспечения должен соответствовать уровню монтируемого в ней компьютерного и телекоммуникационного оборудования.

Кроссовая представляет собой помещение, в котором размещается коммутационное оборудование СКС, сетевое и другое вспомогательное оборудование, обслуживающее чаще всего ограниченную группу пользователей. При этом уровень оснащения кроссовой оборудованием инженерного обеспечения ее функционирования в целом является более низким по сравнению с аппаратной.

Аппаратная может быть совмещена с кроссовой здания (КЗ). В этом случае его сетевое оборудование может подключаться непосредственно к коммутационному оборудованию СКС. Если аппаратная расположена отдельно, то ее сетевое оборудование подключается к локально расположенному коммутационному оборудованию или к обычным информационным розеткам, аналогичным розеткам рабочих мест. В кроссовую внешних магистралей (КВМ) сходятся кабели внешней магистрали, подключающие к ней отдельные КЗ. В КЗ заводятся внутренние магистральные кабели, подключающие к ним кроссовые этажей (КЭ). К КЭ, в свою очередь, горизонтальными кабелями подключены розеточные модули информационных розеток рабочих мест. В качестве дополнительных связей, увеличивающих гибкость и живучесть системы, допускается прокладка внешних магистральных кабелей между КЗ и внутренних магистральных кабелей – между КЭ.

Во всей СКС может быть только одна КВМ, а в каждом здании может находиться не более одной КЗ. Допускается объединение КВМ с КЗ, если они расположены в одном здании. Аналогично КЗ может быть совмещена с КЭ, если они расположены на одном этаже. Если плотность рабочих мест на этаже или его части мала, то в качестве исключения допускается подключение к КЭ горизонтальных кабелей смежных этажей. Пример структуры СКС с привязкой к зданиям приведен на рис. 1.2.

1.1.3. Подсистемы СКС

В самом общем случае СКС согласно международному стандарту ISO/IEC 11801 включает в себя три подсистемы:

- *подсистема внешних магистралей* состоит из внешних магистральных кабелей между КВМ и КЗ, коммутационного оборудования в КВМ и КЗ, к которому подключаются внешние магистральные кабели, и коммутационных

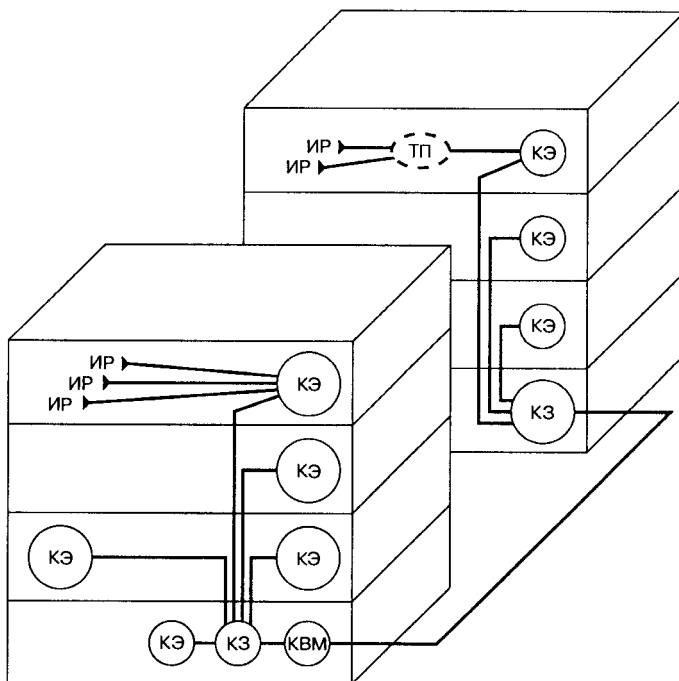


Рис. 1.2. Пример структуры СКС с привязкой к зданиям

шнуров и/или перемычек в КВМ. Подсистема внешних магистралей является той основой, которая соединяет в единую сеть связи, отдельно расположенные на одной территории здания (campus). На практике эта подсистема достаточно часто имеет физическую кольцевую топологию, что дополнительно обеспечивает увеличение надежности за счет наличия резервных кабельных трасс. Из этих же соображений подсистема внешних магистралей иногда реализуется по двойной кольцевой топологии. Если СКС устанавливается автономно только в одном здании, то подсистема внешних магистралей отсутствует. В зданиях с большими размерами к подсистеме внешних магистралей относятся те кабели, которые имеют длину свыше 500 м, хотя фактически не выходят за пределы здания;

- *подсистема внутренних магистралей*, называемая в некоторых СКС вертикальной или вторичной подсистемой, содержит проложенные между КЗ и КЭ внутренние магистральные кабели, подключенное к ним коммутационное оборудование в КЗ и КЭ, а также часть коммутационных шнуров и/или перемычек в КЗ. Кабели рассматриваемой подсистемы фактически связывают между собой отдельные этажи здания и/или пространственно разнесенные помещения в пределах одного здания. Если СКС обслуживает один этаж, то подсистема внутренних магистралей может отсутствовать;

- *горизонтальная подсистема* образована горизонтальными кабелями между КЭ и розеточными модулями информационных розеток рабочих мест, самими информационными розетками, а также коммутационным оборудованием в КЭ, к которому подключаются горизонтальные кабели. В состав горизонтальной подсистемы входит также большая часть коммутационных шнуров и/или перемычек в КЭ. При построении горизонтальной проводки допускается использование одной точки перехода на тракт, в которой происходит изменение типа прокладываемого кабеля (например, переход на плоский кабель для прокладки под ковровым покрытием с эквивалентными передаточными характеристиками).

Рассматриваемое здесь деление СКС на отдельные подсистемы применяется независимо от вида или формы реализации сети, то есть оно принципиально будет одинаковым, например, для кабельной системы, установленной в офисном здании или в производственном комплексе.

В самом общем случае СКС согласно действующим редакциям международных нормативно-технических документов включает в себя следующие восемь компонентов:

- линейно-кабельное оборудование подсистемы внешних магистралей;
- коммутационное оборудование подсистемы внешних магистралей;
- линейно-кабельное оборудование подсистемы внутренних магистралей;
- коммутационное оборудование подсистемы внутренних магистралей;
- линейно-кабельное оборудование горизонтальной подсистемы;
- коммутационное оборудование горизонтальной подсистемы;
- точки перехода;
- информационные розетки.

В подавляющем большинстве случаев подключение к СКС сетевого оборудования и коммутация отдельных портов кабельной системы производится с помощью шнуровых изделий самых разнообразных видов. Применение различных переключателей для решения задач коммутации, несмотря на их очевидные технические и эксплуатационные преимущества, не получило широкого распространения из-за существенно меньших функциональных возможностей. В некоторых ситуациях, обусловленных главным образом конструктивными особенностями портов активных сетевых приборов, кроме шнура может понадобиться адаптер, обеспечивающий согласование сигнальных и механических параметров оптических или электрических интерфейсов (разъемов) СКС и сетевого оборудования.

Подсистема рабочего места обеспечивает подключение сетевого оборудования на рабочих местах. Применяемое для ее реализации оборудование целиком и полностью зависит от конкретного приложения. Она не является частью СКС и выходит за рамки действия стандартов ISO/IEC 11801 и TIA/EIA-568-A, хотя эти нормативные документы накладывают на ее параметры и характеристики определенные ограничения, более подробно обсуждаемые ниже.

1.1.4. Принципы администрирования СКС

Принципы администрирования или управления СКС целиком и полностью определяются ее структурой. Различают одноточечное и многоточечное администрирование. Под многоточечным администрированием понимают управление СКС, которая построена по классической архитектуре иерархической звезды, то есть включает в себя магистральную подсистему хотя бы одного уровня. Основным признаком этого варианта является необходимость выполнения переключения минимум двух шнуров (или элементов, их заменяющих) в общем случае изменения конфигурации. Использование данного принципа гарантирует наибольшую гибкость управления и более широкие возможности адаптации СКС для поддержки новых приложений.

Архитектура одноточечного администрирования применяется в тех ситуациях, когда требуется максимально упростить управление кабельной системой. Ее основным признаком является прямое соединение всех информационных розеток рабочих мест с коммутационным оборудованием в единственном техническом помещении. Принципиально подобная архитектура может использоваться только для СКС, установленных в одном здании и не имеющих магистральной подсистемы. Из изложенного ясно, что структуры рассматриваемой разновидности характерны в первую очередь для СКС с небольшим количеством портов.

1.1.5. Кабели СКС

Одним из эффективных способов повышения технико-экономической эффективности кабельных систем офисных зданий является минимизация типов кабелей, применяемых для их построения. В СКС согласно международному стандарту ISO/IEC 11801 допускается использование только:

- симметричных электрических кабелей на основе витой пары с волновым сопротивлением 100, 120 и 150 Ом в экранированном и неэкранированном исполнении;
- одномодовых и многомодовых оптических кабелей.

Электрические кабели из витых пар используются в первую очередь для создания горизонтальной проводки. По ним передаются как телефонные сигналы и низкоскоростная дискретная информация, так и данные высокоскоростных приложений. Применение оптических решений в горизонтальной подсистеме в настоящее время встречается достаточно редко, хотя их доля растет очень быстрыми темпами (решения в рамках концепции *fibre to the desk*). В подсистеме внутренних магистралей электрические и оптические кабели применяются одинаково часто, причем электрические кабели предназначены для передачи главным образом телефонных сигналов и данных с тактовыми частотами до 1 МГц, тогда как оптические кабели обеспечивают передачу цифровой информации высокоскоростных приложений. На внешних магистралах оптические кабели играют доминирующую роль.

Для перехода с электрического кабеля на оптический в процессе передачи данных со скоростью 10 Мбит/с и выше в технических помещениях устанавливается соответствующее сетевое оборудование (преобразователи среды или трансиверы). Данные устройства обычно обслуживают групповое устройство (обычный или коммутирующий концентратор системы передачи данных, выносной модуль АТС, контроллер инженерной системы здания и т.д.). Прямое использование волоконно-оптического кабеля для передачи телефонных сигналов и низкоскоростных данных на современном этапе развития техники является экономически нецелесообразным и применяется крайне редко – в тех ситуациях, когда другие решения невозможны или же выдвигаются особые требования в отношении защиты информации от несанкционированного доступа. Поэтому для улучшения технико-экономической эффективности сети в целом обычно процесс преобразования низкоскоростного электрического сигнала в оптический совмещается с мультиплексированием.

Для построения горизонтальной подсистемы стандартами допускается применение экранированного и неэкранированного кабелей. Экранированный симметричный кабель потенциально обладает лучшими электрическими, а в некоторых случаях и прочностными характеристиками по сравнению с неэкранированным. Однако кабельные тракты на его основе являются очень критичными к качеству выполнения монтажа и заземления, а сами кабели имеют заметно большую стоимость и обладают заметно худшими массогабаритными показателями.

Стандарты разрешают строить СКС на электрических кабелях из витых пар с волновым сопротивлением 100, 120 и 150 Ом. При этом две последние разновидности кабелей часто обладают заметно лучшими характеристиками. Однако, в силу целого ряда причин технического и экономического плана, они не получили сколько-нибудь широкого распространения в нашей стране.

Многомодовые волоконно-оптические кабели используются в основном в качестве основы подсистемы внутренних магистралей. Одномодовые волоконно-оптические кабели рекомендуется применять только для построения длинных внешних магистралей.

1.2. Понятие классов и категорий и их связь с длинами кабельных трасс

1.2.1. Классы приложений, категории кабелей и разъемов СКС

Действующая редакция стандарта ISO/IEC 11801 подразделяет все виды приложений, которые могут обмениваться данными по витым парам, на 4 класса – А, В, С и D (табл. 1.1). Класс А считается низшим классом, а класс D – высшим. Для приложений каждого класса определяется соответствующий класс линии связи, который задает предельные электрические характеристики линии, необходимые для нормальной работы приложений соответствующего и более низкого класса (табл. 1.2). К приложениям оптического класса относятся те из них,

которые используют в качестве среды передачи сигнала оптический кабель. Для таких приложений на момент принятия стандарта ширина полосы пропускания не является ограничивающим фактором.

Таблица 1.1. Классы приложений по ISO/IEC 11801

Класс линии и приложения	Определение
A	Телефонные каналы и низкочастотный обмен данными. Максимальная частота сигнала – 100 кГц
B	Приложения со средней скоростью обмена. Максимальная частота сигнала – 1 МГц
C	Приложения с высокой скоростью обмена. Максимальная частота сигнала – 16 МГц
D	Приложения с очень высокой скоростью обмена. Максимальная частота сигнала – 100 МГц
Оптический	Приложения, использующие в качестве среды передачи сигнала оптический кабель. Частоты 10 МГц и выше

Таблица 1.2. Соответствие категорий кабелей и соединителей классам приложений

TIA/EIA-568-A	ISO/IEC 11801	EN 50173	ISO/IEC 11801
Кабели и соединители	Приложения		
–	–	–	A
–	–	–	B
Категория 3	Категория 3	Категория 3	C
Категория 4	Категория 4	–	–
Категория 5	Категория 5	Категория 5	D
–	Категория 6	–	E
–	Категория 7	–	F
–	Категория 8	–	G

В сентябре 1997 года IEC начала работу по стандартизации двух новых классов приложений E и F, а также компонентов СКС для категорий 6 и 7. Параллельно проводилась работа над так называемой улучшенной категорией 5 (категорией 5+, или категорией 5e) с верхней граничной частотой нормировки параметров в 100 МГц. Последняя фактически фиксирует достигнутый на конец 90-х годов уровень техники и одновременно нормирует ряд параметров, соблюдение которых обеспечивает возможность работы перспективного сверхвысокоскоростного приложения Gigabit Ethernet.

Приложения класса E и компоненты СКС категории 6 имеют нормируемые характеристики до частоты 250 МГц. Выбор именно такого частотного диапазона гарантируемых параметров был обусловлен требованием обеспечения потенциальной возможности поддержки функционирования двухпарных вариантов интерфейсов Gigabit Ethernet. Класс F и компоненты категории 7 рассчитываются

на частоты до 600 МГц. Выбор последнего значения в первую очередь обусловлен широким распространением аппаратуры АТМ со скоростью передачи 622 Мбит/с, а также необходимостью поддержки передачи сигналов многоканального аналогового телевидения с верхней граничной частотой 550 МГц.

Для построения трактов категории 6 используются кабели всех типов (экранированные и неэкранированные). В качестве соединителя применяется в основном модульный разъем. Линии категории 7 при современном состоянии уровня техники могут быть реализованы только на кабеле с экранированными парами. Окончательное решение о выборе типа разъема трактов категории 7 комитетами по стандартизации по состоянию на середину 2001 года не принято.

Стандарт ISO/IEC 11801 в дополнение к кабелям специфицирует по категориям также разъемы. Категории определяются максимальной частотой сигнала, на которую рассчитаны соответствующие разъемы и кабели (табл. 1.3). Кабели и разъемы более высоких категорий поддерживают все приложения, которые рассчитаны на работу по кабелям более низких категорий.

Таблица 1.3. Категории кабелей и разъемов

Категория кабеля и разъема	Максимальная частота сигнала	Типовые приложения
Категория 3	До 16 МГц	Локальные сети Token Ring и Ethernet 10Base-T, телефонные каналы и другие низкочастотные приложения
Категория 4	До 20 МГц	Локальные сети Token Ring и Ethernet 10Base-T
Категория 5	До 100 МГц	Локальные сети со скоростью передачи данных до 100 Мбит/с
Категория 5е	До 100 МГц	Локальные сети со скоростью передачи данных до 1000 Мбит/с
Категория 6	До 250 МГц	Локальные сети со скоростью передачи данных до 1000 Мбит/с
Категория 7	До 600 МГц	Локальные сети со скоростью передачи данных до 1000 Мбит/с, сигналы кабельного телевидения
Категория 8	До 1200 МГц	Локальные сети со скоростью передачи данных до 1000 Мбит/с, сигналы кабельного телевидения

Линии электрической связи СКС должны быть собраны из кабелей и других компонентов с характеристиками не хуже той категории, на которую они рассчитаны. Данное правило имеет также и обратное действие в отношении до категории 5е включительно: тракт (channel) передачи информации СКС, собранный из компонентов определенной категории, поддерживает работу всех приложений своего и более низкого классов.

Стандарты ISO/IEC 11801 в редакции 2000 года и TIA/EIA 568-A определяют, что линии связи СКС будут соответствовать требованиям определенной ими категории при соблюдении следующих трех условий¹:

¹ Достигнутый на сегодняшний день уровень техники позволяет распространить данное правило также на категорию 5е.

- технические характеристики всех кабелей, разъемов и соединительных шнуров этой линии соответствуют требованиям этой категории или превышают их;
- линия связи спроектирована с учетом требований стандартов (то есть соблюдены ограничения на длины кабелей, количество точек коммутации и т.д.);
- монтаж выполнен в полном соответствии с требованиями перечисленных выше стандартов.

В 2000–2001 годах органы по стандартизации приступили к рассмотрению вопроса о нормировании градаций пропускной способности оптических трактов. Предполагается ввести для многомодовых оптических трактов три оптических класса: OF-300, OF-500 и OF-2000. При этом цифры в обозначениях класса соответствуют максимальной гарантированной длине его канала. Для построения таких линий должны использоваться волокна категорий OM1, OM2 и OM3 с различным коэффициентом широкополосности и, возможно, различным уровнем гарантированного погонного затухания. Для одномодовых волокон пока предусматривается только одна категория OS1. Некоторые европейские компании (Ackermann, Brand-Rex), не дожидаясь утверждения нормативных документов, уже выпускают продукцию в соответствии с предполагаемым делением [10].

1.2.2. Ограничения на длины кабелей и шнуров СКС

Стандарты ISO/IEC 11801 в редакции 2000 года и TIA/EIA 568-A устанавливают ограничения на максимальные длины кабелей и соединительных шнуров горизонтальной и магистральных подсистем. Длины кабелей указаны на рис 1.3 и приведены в табл. 1.4. Дополнительно еще раз подчеркнем, что максимальные длины электрических кабельных линий из витых пар для передачи сигнала указанного класса приведены для случая построения этих линий из симметричного кабеля и других компонентов с категорией не ниже указанной.

Таблица 1.4. Максимальные длины кабельных трактов в зависимости от типа кабеля и класса приложения

Класс приложений	A	B	C	D	Оптики
Среда передачи сигнала					
Симметричный кабель категории 3	2 км	200 м	100 м *		
Симметричный кабель категории 4	3 км	260 м	150 м		
Симметричный кабель категории 5	3 км	260 м	160 м	100 м	
Симметричный кабель 150 Ом	3 км	400 м	250 м	150 м	
Многомодовый оптический кабель	–	–	–	–	2 км
Одномодовый оптический кабель	–	–	–	–	3 км **

* Пад длиной 100 м понимается суммарная длина горизонтального кабеля (да 90 м) и шнуров всех разновидностей.

** 3 км – ограничение, формально наложенное стандартом. Не является физическим ограничением для одномодовых волоконных световодов.

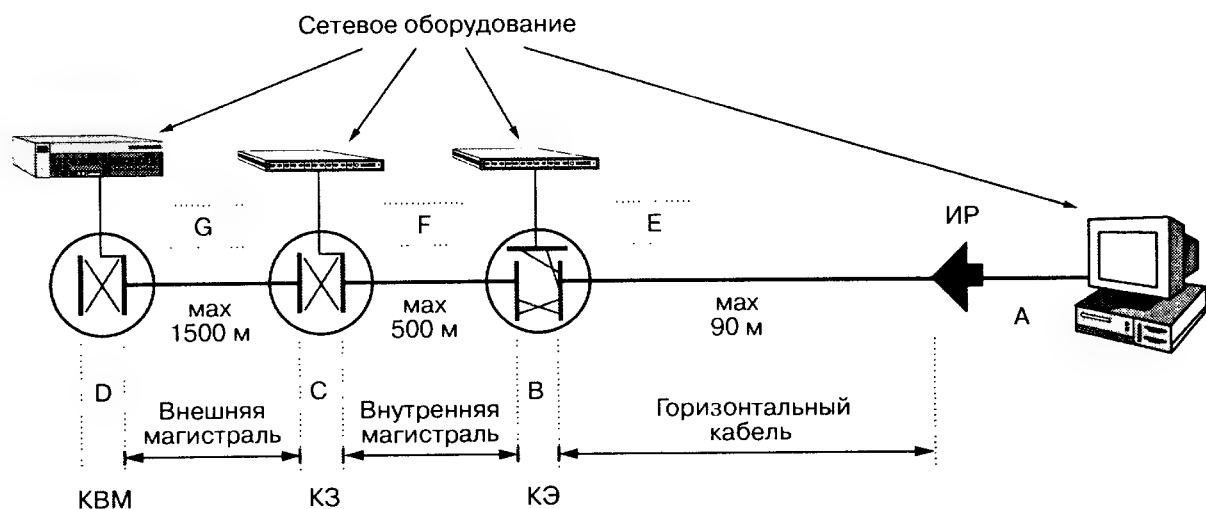


Рис. 1.3. Максимальные расстояния в кабельной системе по ISO/IEC 11801:

$A + B + E \leq 9 \text{ м}$ – суммарная длина всех шнуров и перемычек горизонтальной подсистемы

$A + E \leq 10 \text{ м}$

C и $D \leq 20 \text{ м}$ – длина коммутационных шнуров (перемычек) в КЗ и KBM

F и $G \leq 30 \text{ м}$ – длина оконечных шнуров в КЗ и KBM

Примечание.

1. Все указанные длины – физические длины.

2. Длины 10 м ($A + B + E$) и 30 м (F и G) являются рекомендуемыми.

Наибольшая длина кабеля горизонтальной подсистемы установлена равной 90 м. Стандартизация именно этого значения произведена исходя из возможностей витой пары как направляющей системы электромагнитных колебаний передавать сигналы наиболее массовых (на момент принятия стандартов) высокоскоростных приложений типа Fast Ethernet. Учитывались достигнутый технический уровень элементной базы и применяемые схемотехнические решения приемопередатчиков современного сетевого оборудования. Не последнюю роль при выборе именно этого значения максимальной длины играли архитектурные особенности типовых офисных зданий.

В случае реализации горизонтальной проводки на волоконно-оптическом кабеле длина кабельного тракта ограничена величиной 90 м. В этом случае основным соображением были не энергетические характеристики оптоэлектронной элементной базы современных волоконно-оптических приемопередатчиков, а то, что она гарантированно позволяет выполнить ограничения протокольного характера сетей Fast Ethernet по максимальному диаметру коллизийного домена.

Основным назначением подсистемы внутренних магистралей является объединение в единое целое технических помещений в пределах одного здания. Исходя из этого, максимальная длина кабеля такой магистрали устанавливается стандартами равной 500 м по международному стандарту ISO/IEC 11801:2000 и 300 м – по американскому стандарту TIA/EIA-568-B.1. Очень часто на практике кабели этой подсистемы соединяют технические помещения, которые расположены на

разных этажах здания. На основании этого из-за ориентации кабеля ее называют вертикальной.

И наконец, подсистема внешних магистралей, которая объединяет отдельные здания, согласно стандарту ISO/IEC 1801 может включать в себя кабели максимальной длиной 1,5 км. Дополнительно оговаривается, что максимальная длина магистральных кабелей между кроссовой этажа и кроссовой внешних магистралей не может превышать 2000 м (500 м кабеля внутренней и 1500 м кабеля внешней магистрали) при условии применения коммутационных и оконечных шнуров стандартной длины. В случае использования одномодового кабеля указанное значение может быть увеличено до 3000 м при длине кабеля внешней магистрали 2500 м. Американский стандарт TIA/EIA-568-B.1 устанавливает длины многомодового и одномодового кабелей подсистемы внешних магистралей в 1700 м и 2700 м соответственно. Таким образом, общая длина магистральных трактов независимо от стандарта составляет 2 и 3 км для многомодового и одномодового кабелей.

При необходимости обеспечения связи на большие расстояния стандартами предполагается, что для передачи информации будут использоваться линии и каналы связи общего пользования различных телекоммуникационных операторов.

Длины коммутационных и оконечных шнуров в определенной степени зависят от выбранной схемы подключения сетевого оборудования, типа среды передачи сигнала и подсистемы СКС, к которой относится данный конкретный шнур или их совокупность. Согласно стандарту ISO/IEC 11801 в редакции 2000 года максимальная суммарная длина кабелей шнуров, применяемых при организации трактов горизонтальной подсистемы, составляет:

- 9 м – в случае схемы коммутационного подключения для электрического кабеля;
- 10 м – в случае схемы коммутационного соединения для электрического кабеля;
- 10 м – при любой схеме подключения в волоконно-оптическом варианте.

Максимальная длина коммутационного шнура, используемого в кроссовых магистральных подсистемах (КЗ и КВМ) согласно стандарту ISO/IEC 11801 составляет 20 м. Длина оконечных шнуров, предназначенных для подключения сетевого оборудования в этих технических помещениях, не должна превышать 30 м. При этом в магистральных подсистемах тип кабеля как среды передачи не влияет на величину максимальной длины шнуров, то есть она является одинаковой как для электрического, так и для волоконно-оптического кабеля.

1.3. Дополнительные варианты топологического построения СКС

Ниже рассматриваются дополнительные возможности построения горизонтальной подсистемы и подсистемы внутренних магистралей, часть из которых не вошла

в действующие основные стандарты по СКС. По состоянию на середину 2001 года они нормируются только техническими бюллетенями ТИА/ЕИА и содержатся в проектах международного стандарта ISO/IEC 11801. По мнению большинства специалистов по СКС, приводимые далее положения без каких-либо принципиальных изменений будут введены в новые редакции стандартов. Наличие этих вариантов существенно увеличивает свободу выбора проектировщика и позволяет значительно увеличить технико-экономическую эффективность кабельной системы в ряде часто встречающихся на практике случаев.

1.3.1. Варианты построения горизонтальной подсистемы СКС

Горизонтальная подсистема СКС, при реализации которой используются кабели из витых пар, может быть построена по четырем различным вариантам, которые в схематическом виде изображены на рис.1.4. На практике наиболее часто применяется первая из них, которая образована непрерывным кабелем максимальной длиной 90 м, соединяющим розеточный модуль информационной розетки (ИР) и коммутационную панель в кроссовой этажа (КЭ). Во втором варианте тракт передачи образуется последовательным соединением кабелей двух различных типов, но с эквивалентными передаточными характеристиками¹. Эти кабели соединяются между собой в так называемой точке перехода (ТП). Согласно международному стандарту ISO/IEC 11801 здесь возможны две комбинации типов таких кабелей: многопарный + четырехпарный и круглый + плоский с одинаковым количеством пар (на практике это четыре пары). Американский стандарт ТИА/ЕИА-568-А трактует точку перехода более узко: в ТП согласно этому нормативно-техническому документу происходит соединение плоского кабеля с круглым.

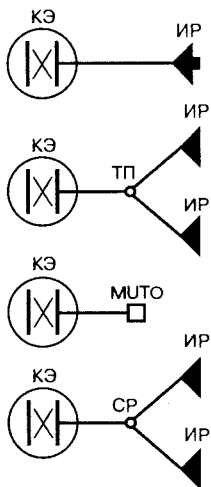


Рис. 1.4
Варианты
организации
горизонтальной
подсистемы

Точка перехода реализуется на обычном коммутационном оборудовании, которое отличается от коммутационного оборудования технических помещений только видом конструктивного исполнения. Однако это оборудование запрещается использовать для выполнения операций администрирования кабельной системы и для подключения активных сетевых устройств любого назначения. В соответствии с этим в точке перехода никогда не должны применяться коммутационные и оконечные шнуры. Из определения точки перехода и требований к ней немедленно следует правило о том, что количество пар входящих и исходящих кабелей должно совпадать или отличаться не более чем на одну.

¹ Наиболее критичным в этом случае является требование обязательного совпадения номинальных волновых сопротивлений.

Последние два варианта построения горизонтальной подсистемы СКС ориентированы в первую очередь на применение в так называемых открытых офисах. Под этим объектом понимаются рабочие помещения большой площади, которые не имеют некапитальных стен вообще или разделены на отдельные секции специализированной мебелью или легко демонтируемыми перегородками. Общим отличительным признаком таких офисов являются частые перемещения сотрудников и изменения составов рабочих групп, а также наличие явно выраженной зонной группировки отдельных рабочих мест. В открытых офисах могут применяться многопользовательские телекоммуникационные розетки MUTOA (Multi-User Telecommunication Outlet Assembly) и консолидационные точки CP (consolidation point). Оба варианта были впервые нормированы техническим бюллетенем TSB-75 [11], позднее решение на основе MUTOA в несколько иной форме с изменениями непринципиального характера было включено в новую редакцию американского стандарта TIA/EIA-568-B.1 [12]. Применение указанных объектов позволяет адаптировать рассмотренные выше решения на случай открытого офиса (см. табл. 1.5).

Таблица 1.5. Аналогии между различными вариантами организации горизонтальной подсистемы

Тип офиса	Прямое соединение	Многопользовательское соединение
Обычный офис	Обычный праброс	Точка перехода
Открытый офис	Многопользовательская розетка	Консолидационная точка

Под многопользовательской розеткой MUTOA понимается розетка, которая обслуживает нескольких пользователей. В соответствии с этим максимальное количество розеточных модулей в розетке MUTOA может достигать 12. Такой элемент выделяется большинством производителей в конструктивно отдельный вид оборудования, которое устанавливается на колоннах и стенах здания, под фальшполом, в напольных коробках и достаточно редко – в пространстве между капитальным и подвесным потолками. Максимальная длина W оконечного шнура, соединяющего розетку MUTOA с сетевым оборудованием на рабочем месте, согласно TIA/EIA-568-B.1, пункт 6.4.1.4 зависит от диаметра проводника и конструктивного исполнения кабеля и вычисляется следующим образом:

$$W = (102 - H) / (1 + D) \text{ м} \quad (1.1)$$

где H – длина горизонтального кабеля.

Коэффициент D учитывает повышенное затухание сигнала в кабеле соединительного шнура с гибкими многопроволочными проводниками, а его значения приведены в табл. 1.6. График зависимости длины коммутационного шнура от длины горизонтального кабеля приведен на рис 1.5.

Таблица 1.6. Некоторые параметры коммутационных шнуров в случае применения розеток MUTOA

Диаметр проводника	Коэффициент D	Максимальная длина, м	
		Оконечный шнур	Оконечный шнур + шнуры в техническом помещении
24 AWG	0,2	22	27
26 AWG	0,5	17	21

Таким образом, суммарная длина оконечного и коммутационного шнуров с диаметром проводников 24 AWG в открытом офисе может достигать 27 м против 9–10 м в случае обычного офиса, что сопровождается заметным увеличением гибкости кабельной системы. При этом за счет соответствующей корректировки длины горизонтального кабеля в сторону уменьшения

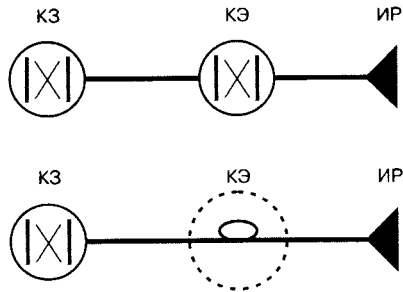


Рис. 1.5. Зависимость максимальной длины оконечного шнура от длины горизонтального кабеля для многопользовательской розетки MUTOA

максимальное суммарное затухание тракта передачи сигнала в обоих случаях оказывается одинаковым, что гарантирует сохранение заданных качественных показателей передаваемой информации.

Консолидационная точка (СР) в открытом офисе является прямым аналогом точки перехода традиционной топологии. От нее к отдельным розеткам рабочего места протягиваются короткие отрезки горизонтального кабеля, которые являются продолжением основного кабеля сегмента. Решения на основе СР рекомендуется применять в тех случаях, когда перемещения сотрудников возможны, но не столь часты, как в условиях применения розеток MUTOA.

Аналогично традиционной кабельной проводке в любой горизонтальной линии открытого офиса запрещается использование более одной точки перехода в виде розеток MUTOA и СР, а в консолидационной точке не допускается подключение активного оборудования и выполнение операций администрирования.

При использовании консолидационной точки стандарт TIA/EIA-568-B.1, пункт 6.4.2 не рекомендует располагать оборудование этих объектов ближе 15 м от информационной розетки. Это мотивируется достаточно эффективным подавлением на таких длинах перекрестных помех и обратных отражений, возникающих за счет резонансных явлений (так называемая Short-link problem – проблема коротких линий) [13].

1.3.2. Топологии с централизованным администрированием

Системы с централизованным администрированием были впервые определены в техническом бюллетене TSB-72 [14] и относятся к случаю построения проводки

внутри одного здания полностью на оптическом кабеле. В период 2000–2001 годов главные идеи и положения этого бюллетеня были введены в международный стандарт ISO/IEC TR 14763-2 [15] и американский стандарт TIA/EIA-568-B.1. Принцип построения централизованной оптической архитектуры состоит в предоставлении проектировщику СКС возможности отказа от жесткого деления кабельной проводки на горизонтальную подсистему и подсистему внутренних магистралей с их объединением в единое целое. Это позволяет выполнить на нижнем уровне кабельной системы переход от двухуровневой звездообразной топологии к более простой одноуровневой с максимальной длиной постоянной линии в 300 м.

Применение принципа централизованного администрирования дает возможность:

- значительно увеличить управляемость ЛВС за счет появления возможности формирования любых наперед заданных рабочих групп на физическом уровне без использования виртуальных соединений;
- сосредоточить все активное оборудование в одном месте, что имеет своим следствием увеличение защищенности от несанкционированного доступа к конфиденциальной информации, уменьшение потребности в высокоскоростных каналах и упрощение процедур проведения эксплуатационных измерений;
- значительно сократить или даже полностью (в некоторых случаях) отказаться от выделенных помещений для кроссовых этажей.

Актуальность практического использования централизованного администрирования резко возросла в связи с массовым внедрением в широкую инженерную практику волоконно-оптической техники передачи сигналов, которая не накладывает на длины высокоскоростных каналов физического 90-метрового ограничения витой пары.

В соответствии с современным видением принципов построения кабельная проводка в случае применения централизованной оптической архитектуры может быть построена с использованием одного межсоединения и без него. Вариант с промежуточным соединением позволяет сохранить прежнюю телекоммуникационную инфраструктуру здания, так как кроссовое оборудование для его реализации размещается в помещениях, зарезервированных первоначальным проектом под кроссовые этажи. Этот вариант возможен в двух разновидностях. Первую из них можно назвать схемой *ответвления* [16]. Согласно этой схеме до помещений кроссовых доводится магистральный кабель, дальнейшая проводка выполняется абонентским кабелем, который соединяется с магистральным неразъемным соединителем.

Вторая разновидность получила в [16] название *пассивной коммутационной панели*. В соответствии с данной схемой предусматривается процесс коммутации с использованием обычного коммутационного шнура. Максимальное расстояние от информационной розетки до кроссовой этажа в рассматриваемом варианте составляет 90 м. Это позволяет сохранить преемственность с TIA/EIA-568-A в отношении горизонтальной проводки и обеспечить легкость возврата к стандартной

двухуровневой топологии. Максимальная длина канала с межсоединением выбрана равной 300 м из соображений получения на кабеле с волокном типа 62,5/125 пропускной способности канала связи 1 Гбит/с, то есть поддержки наиболее скоростных по состоянию на середину 2001 года приложений типа Gigabit Ethernet, ATM и Fibre Channel. По аналогии со структурами на электрическом кабеле, в которых применяются точки перехода различного вида, какое-либо активное оборудование в месте размещения кросса не устанавливается.

Упомянутое выше в разделе 1.2.2 ограничение протокольного характера сетей Fast Ethernet разработчиками идеи централизованного администрирования считается малосущественным, вероятно, из-за сравнительно малой распространенности волоконно-оптической аппаратуры стандарта 100Base-FX, работающей в режиме разделения полосы пропускания.

При построении СКС без промежуточных соединений длина любого канала, опять же из соображений обеспечения преэминентности, ограничена значением 90 м. Это ощутимо сужает возможности организации системы с централизованным администрированием в ряде офисных зданий, однако в целом позволяет обойтись без выделенных кроссовых этажей.

Если же они предусматриваются проектом, то говорят о *проходной схеме*, и в кроссовых рекомендуется выделять места для хранения свернутого в бухты запаса кабелей и установки коммутационного оборудования.

Отметим также некоторые дополнительные ограничения и рекомендации бюллетеня TSB-72:

- в точке межсоединения не рекомендуется смешивать разъемные и неразъемные соединители волоконных световодов;
- основным типом разъемного оптического соединителя считается SC в одностороннем или дуплексном вариантах;
- неразъемные соединители могут выполняться как сваркой, так и с помощью механических сплайсов;
- в вариантах с одним межсоединением в случае выполнения промежуточных неразъемных соединений световодов допускается использовать различные типы кабелей на горизонтальном и магистральном участках;
- идентификация и маркировка отдельных волокон и соединителей должна выполняться в соответствии с правилами стандарта TIA/EIA-606.

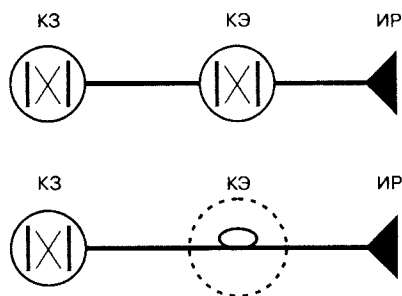


Рис. 1.6. Построение системы с централизованным администрированием:

- а) с одним межсоединением
б) без межсоединений

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СКС

2.1. Принципы проектирования

2.1.1. Основные нормативные документы

Из анализа известной нормативно-технической документации и технической информации производителей следует, что СКС является типичной слаботочной кабельной системой, рассчитанной на обеспечение средой передачи телекоммуникационной аппаратуры различных видов. Согласно СНиП 11-01-95 [17] проектирование слаботочной кабельной проводки должно осуществляться юридическими и физическими лицами, получившими в установленном законодательством Российской Федерации порядке лицензию на соответствующий вид деятельности. Проектная документация разрабатывается в соответствии с государственными нормами, правилами и стандартами. Отступление от положений этих нормативно-технических документов допускается только при наличии соответствующего разрешения органов, разработавших и/или утвердивших эту документацию. В случае выполнения перечисленных выше условий какого-либо дополнительного согласования проектной документации не требуется, за исключением случаев, особо оговоренных законодательством Российской Федерации.

По состоянию на середину 2002 года можно констатировать, что в нашей стране отсутствует специализированная нормативно-техническая база, на основе которой полностью может быть выполнен проект СКС. В силу этого в процессе своей практической деятельности проектировщик наряду со стандартами и правилами общего применения вынужден пользоваться нормативными документами, которые изначально были разработаны применительно к смежным областям. Так, например:

- выбор параметров защитного заземления осуществляется в соответствии с Правилами устройства электроустановок ПУЭ [18];
- для определения плотности размещения в рабочих помещениях пользователей сетевых телекоммуникационных устройств различного назначения привлекаются соответствующие положения Строительных и Санитарных норм и правил;
- ряд принципов и правил организации внутриобъектовых кабельных трасс может быть заимствован (иногда с определенными оговорками) из нормативных документов, описывающих сети низковольтного электропитания

промышленных и жилых зданий, а также правил построения электропроводок систем пожарной и охранной сигнализации;

- правила строительства кабельных трасс подсистемы внешних магистралей, а также кабельных вводов в здания регламентируются руководствами, отраслевыми стандартами и другими аналогичными директивными документами Министерства Российской Федерации по связи и информатизации.

Ссылки на соответствующие нормативные документы приводятся в тексте при возникновении подобной необходимости.

2.1.2. Процесс создания СКС

В настоящее время в нашей стране не существует стандарта и иного даже отраслевого нормативного документа, который определяет СКС как технический объект, и, более того, отсутствуют стандарты на проектирование структурированной кабельной проводки. Отметим однако, что процесс создания любого объекта, одной из основных функций которого является решение телекоммуникационных задач, в том числе структурированной кабельной системы, имеет с процедурной и методической точки зрения много общего. Данное обстоятельство позволяет привлекать для формализации процесса выполнения проектных работ и работ по реализации структурированной кабельной проводки другие руководящие материалы, которые изначально были разработаны применительно к объектам из смежных областей. Наиболее близким нормативным документом, который часто используют компании, работающие в области реализации СКС, является ГОСТ 34.601-90 [19]. Согласно этому стандарту под созданием системы применительно к предмету данной монографии понимается совокупность упорядоченных во времени, взаимосвязанных, объединенных в стадии и этапы работ (табл. 2.1.). В указанную совокупность включаются все виды работ, выполнение которых необходимо и достаточно для создания кабельной системы, удовлетворяющей заданным требованиям.

Стадии и этапы создания СКС выделяются как части единого процесса из соображений рационального планирования и организации работ, заканчивающихся заданным результатом.

В зависимости от конкретной ситуации при работе с заказчиком та или иная стадия реализации кабельной системы может быть опущена, если это заведомо не приведет к ухудшению функциональных возможностей и снижению качества создаваемой СКС.

Работы по проектированию выполняются на стадиях «Эскизный проект», «Технический проект», «Рабочая документация». Кроме того, в обязательном порядке на стадии ввода системы в действие должна быть разработана эксплуатационная документация, которая учитывает все изменения, внесенные в рабочую документацию в процессе пусконаладочных и строительно-монтажных работ, опытной эксплуатации и приемочных испытаний. Эксплуатационная документация также включает в себя руководства по использованию и поддержке системы в процессе эксплуатации.

Таблица 2.2. Перечень и шифры документов, включаемых в состав проектной и эксплуатационной документации СКС по ГОСТ 34.201-89 [25]

№ п/п	Стадия	Наименование документа	Шифр документа	Наличие в составе	
				Проектной документации	Эксплуатационной документации
1	ТЗ	Техническое задание	ТЗ*	+	
2	ЭП, ТП	Схема структурная комплекса технических средств	С1*	+	
3	ТП	Ведомость технического проекта	ТП*	+	
4		Ведомость покупных изделий	ВП*	+	
5		Пояснительная записка к техническому проекту	П2	+	
6		План расположения	С8	+	
7		Ведомость оборудования и материалов	–	+	
8		Локальный сметный расчет	Б2	+	
9	РД	Ведомость держателей подлинников	ДП*	+	
10		Ведомость эксплуатационных документов	ЭД*		+
11		Спецификация оборудования	В4	+	
12		Ведомость машинных носителей информации	ВМ*	+	
13		Локальная смета	Б3	+	
14		Технологическая инструкция	И2		+
15		Инструкция пользователя	И3		+
16		Инструкция по эксплуатации КТС	ИЭ		+
17		Схема соединения внешних проводов	С4*	+	
18		Схема подключения внешних проводов	С5*	+	
19		Таблица соединений и подключений	С6	+	
20		План расположения оборудования и проводов	С7	+	
21		Общее описание системы	ПД		+
22		Программа и методика испытаний	ПМ*		+
23		Паспорт	ПС*		+
24		Чертеж формы документа	С9		+

* Обозначение документа соответствует требованиям ЕСКД

В процессе создания СКС согласно отечественному стандарту ГОСТ Р 50-34.126-92 [22] в общем случае участвует ряд организаций. Эти организации непосредственно выполняют проектные работы или же активно используют их результаты в своей деятельности.

Организация-заказчик обеспечивает финансирование процесса создания системы, формулирует требования к системе, обеспечивает оговоренные в договоре условия деятельности остальных участников работы. Специалисты этой организации могут также выполнять отдельные работы по проектированию и реализации кабельной проводки.

Организация-подрядчик работает по договорам с заказчиком, разработчиками, поставщиками и другими участниками работ. В тех ситуациях, когда подрядчик выполняет функции генерального подрядчика, он осуществляет поставку изделий, необходимых для создания СКС, организует выполнение порученных ему работ, несет гарантийные обязательства по всей системе в целом.

Организация-разработчик осуществляет научно-исследовательские, конструкторские и проектные работы, осуществляет привязку поставляемых компонентов, выпускает документацию, выдает задания на проектирование в смежных областях.

Организация-поставщик изготавливает и поставляет технические средства по заказу разработчика и/или заказчика. Она несет гарантийные обязательства за поставляемые ею компоненты.

Организация-проектировщик может выполнять функции генерального проектировщика или осуществлять разработку различных частей проекта.

Монтажная организация берет на себя функции осуществления монтажных, наладочных и других аналогичных работ. Она несет ответственность за качество монтажа и его соответствие рабочей документации.

Организация-изготовитель изготавливает необходимые комплексы технических, программных и информационных средств и несет ответственность за качество их изготовления.

В зависимости от условий реализации конкретного проекта допускается и используется большой популярностью на практике совмещение одной компанией различных функций перечисленных выше организаций. При этом широко практикуется (особенно в сложных проектах) организация горизонтальной и вертикальной кооперации, а также организация субподрядных работ, что позволяет как улучшить качество выполнения проекта на всех этапах его реализации, так и упростить процедуру его исполнения, в первую очередь для заказчика.

2.1.3. Фазы проектирования

Процесс проектирования комплекса информационно-вычислительных систем современного предприятия, и в том числе СКС как составной его части, в соответствии с принятой в промышленно развитых странах классификацией разделяется на две основные фазы, которые в дальнейшем будем называть архитектурной и телекоммуникационной.

Основными задачами *архитектурной фазы проектирования* являются:

- определение общей структуры СКС, оптимальной или, по крайней мере, квазиоптимальной, по полной совокупности технико-экономических характеристик в процессе создания и последующей эксплуатации;

- адаптация отдельных помещений и конструкций здания на уровне строительных решений под специфические требования кабельной проводки, коммутационного оборудования и технических помещений СКС.

Архитектурная фаза проектирования осуществляется на этапе разработки проекта нового или реконструируемого здания. На этой фазе в проект закладываются стояки, помещения кроссовых и аппаратных с соответствующими системами инженерного обеспечения их параметров, определяются трассы и способы прокладки кабелей как внутри, так и снаружи здания (кабельная канализация, воздушные линии). Основными исходными данными для данного этапа проектирования являются:

- форма, этажность, архитектурные, планировочные и другие особенности и геометрические характеристики здания или их комплекса, а также прилегающей территории;
- строительные и другие нормативные документы на проектирование служебных помещений систем телекоммуникаций и кабельных трасс;
- нормативная документация по СКС (стандарты);
- дополнительные требования заказчика.

Работы по сбору исходной информации и собственно проектированию на архитектурной фазе проводятся специализированными проектными организациями с учетом требований подрядчика, который будет реализовывать СКС. В некоторых ситуациях при наличии соответствующих лицензий, опыта выполнения работ и штата проектировщиков подрядчик частично или полностью берет проектные работы этой фазы на себя.

Телекоммуникационная фаза проектирования иногда начинается по окончании архитектурной, однако в соответствии с реалиями сегодняшнего дня обычно она выполняется после завершения капитальных строительно-монтажных работ. Положительным моментом такого положения дел является то, что данное обстоятельство позволит в полной мере учесть те изменения внутреннего устройства здания, которые неизбежно появляются в процессе проведения его строительства. На данной фазе проектирования разрабатывается конкретная структура СКС, составляется перечень необходимого оборудования, планы его размещения и т.д. К проектированию на телекоммуникационной фазе привлекаются организации, специализирующиеся на создании СКС и работающие в области системной интеграции. Эти же компании силами собственных сотрудников или привлеченных субподрядчиков достаточно часто выполняют также большую часть монтажных и пусконаладочных работ, которые по времени, как правило, проводятся одновременно с отделкой внутренних помещений или сразу же после ее завершения. Основными исходными данными, необходимыми для практической реализации телекоммуникационной фазы проектных работ, являются:

- результаты обследования здания и прилегающей территории или их проектная документация, выполненная на архитектурной фазе проектирования;
- нормативно-техническая документация по СКС (стандарты);

- дополнительные требования заказчика, например количество и размещение рабочих мест, количество розеточных модулей информационных розеток на рабочем месте, требования к пропускной способности, надежности, безопасности и т.д.

2.1.4. Особенности проектирования СКС как технического объекта

Структурированная кабельная система представляет собой типичный образец сложной в техническом отношении телекоммуникационной системы, реализация которой требует соответствующего уровня знаний и высокой квалификации как отдельных специалистов, так и всего коллектива разработчиков, проектировщиков и монтажников.

В проекте структурированной кабельной системы должны быть обеспечены:

- прогрессивность технических решений;
- экономия трудовых и материальных ресурсов;
- удобство обслуживания;
- пожаробезопасность.

Прогрессивность технических решений обеспечивается строгим выполнением требований последних редакций общепризнанных нормативных документов как в отношении технических параметров элементной базы, так и норм проектирования отдельных подсистем, в первую очередь горизонтальной подсистемы.

Экономия трудовых и материальных ресурсов может быть достигнута использованием оптимальных проектных решений, выбором элементной базы, в наилучшей степени соответствующей требованиям и условиям конкретного проекта, тщательным управлением процесса реализации проекта и хорошей профессиональной подготовкой всех специалистов.

Удобство обслуживания гарантируется применением хорошо отработанной, простой и интуитивно понятной маркировки отдельных портов кабельной системы, а также прочих элементов кабельных трасс и коммутационного оборудования. Сюда же относятся такие мероприятия, как выбор стандартизованных интерфейсов, использование шнуров оптимальной длины и установка активного и пассивного оборудования информационно-вычислительной системы предприятия в соответствующих конструктивах, с соблюдением норм монтажа в отношении высоты установки, ширины проходов и т.д.

Пожаробезопасность кабельной системы обеспечивается применением пожаростойких линейных кабелей и различными планировочными и строительными решениями.

В процессе работы над проектом СКС в широком смысле этого термина могут быть с успехом использованы все приемы и методики, которые были разработаны применительно к крупным техническим объектам вообще и системам телекоммуникаций в частности (сетевое планирование, линейное программирование и т.д.) [23]. Пожалуй, единственным серьезным отличием от остальных

систем электросвязи является то, что любая структурированная кабельная проводка в подавляющем большинстве случаев не требует выполнения проверочных расчетов электрических и оптических параметров трактов любого вида, создаваемых на ее основе. Их соответствие нормам гарантируется:

- соблюдением ограничений стандартов на длины линейных кабелей и шнуров различных видов;
- выполнением правил построения кабельных трактов по длине и в части количества точек коммутации;
- привлечением для выполнения работ монтажников и других специалистов, обученных и сертифицированных производителем СКС;
- использованием элементной базы, параметры которой отвечают требованиям стандартов;
- наличием существенных запасов, заложенных разработчиками в стандарты и позволяющих сохранить работоспособность системы даже в некоторых аварийных ситуациях средней тяжести на достаточно продолжительный период времени.

Добавим, что в области создания запасов не последнюю роль играет также стремление производителей отдельных компонентов и системы в целом получить преимущество в конкурентной борьбе за счет обеспечения параметров выпускаемой ими продукции, превышающих требования стандартов. Скорее правилом, а не исключением является указание в фирменной документации величины превышения параметров над теми значениями, которые указаны в стандарте (в качестве примера можно указать каталог [24]).

На основании этого в процессе проектирования структурированной кабельной проводки в содержательной его части выполняется расчет:

- параметров технических помещений и емкостей (геометрических размеров) различных элементов формирования линейной и коммутационной части горизонтальной и магистральных подсистем, в том числе емкости монтажных конструктивов, размеров коробов и т.д.;
- количества отдельных компонентов, из которых происходит формирование кабельных трактов горизонтальной и магистральных подсистем на телекоммуникационной фазе проектирования;
- количества различного рода дополнительных элементов, применяемых как в процессе строительства в виде расходных материалов, так и на этапе сдачи готовой системы в эксплуатацию;
- параметров трактов СКС для тех видов сетевого и телекоммуникационного оборудования, которое изначально создавалось без учета возможности передачи сигналов по электрическим и оптическим трактам структурированной кабельной проводки (например, систем кабельного телевидения).

2.2. Разновидности проектной документации

2.2.1. Технические требования и техническое задание

Технические требования заказчика, которые называются в некоторых случаях заданием на проектирование, являются тем первичным документом, с которого начинается работа по созданию СКС. Эти требования могут конкретизироваться для каждой фазы проектирования согласно положениям раздела 2.1.3. В соответствии с реалиями сегодняшнего дня технические требования заказчика достаточно часто оформляются в виде приложения к официальному приглашению для участия в тендере или в торгах на создание кабельной системы. Кроме технических требований, на первых этапах работы по проектированию в качестве исходной информации используются сведения, полученные в процессе предпроектного обследования объекта, стандарты и положения прочих нормативных документов.

Документом, обобщающим исходную информацию и являющимся итогом совместной деятельности заказчика и исполнителя в процессе выполнения предпроектных работ, является утвержденное сторонами техническое задание (ТЗ). ТЗ составляется в соответствии со стандартом ГОСТ 34.602-89 [26] и является тем документом, в соответствии с которым производится создание кабельной системы и ее приемка заказчиком в процессе ввода в эксплуатацию.

ТЗ на СКС разрабатывается на систему целиком или как на некоторую часть в составе другой системы. Дополнительно может быть разработано ТЗ на части СКС. В таких ситуациях на основании ГОСТ 34.201-89, пункт 1.2 достаточно часто практикуется название этого документа как частное техническое задание (ЧТЗ).

Основную работу по подготовке ТЗ обычно выполняет исполнитель на основании технических требований заказчика и в тесном контакте с его ответственным представителем. В случае необходимости к составлению технического задания в рамках отдельного договора может привлекаться третья сторона, обладающая достаточным уровнем квалификации и компетентности для разработки такого документа.

ТЗ устанавливает цель разработки, а также совокупность технических, технико-экономических, специальных и других требований, предъявляемых к создаваемой системе и к отдельным ее частям. В документе в обязательном порядке, с необходимой для однозначной интерпретации степенью детализовки, фиксируются окончательные характеристики системы. Это позволяет избежать возможного взаимонепонимания организаций, принимающих участие в процессе создания СКС, а также четко формализовать процедуру приемки кабельной системы после завершения строительства.

Наряду с техническими характеристиками допускается также включение в состав ТЗ требований к порядку создания, развития или модернизации кабельной системы, в том числе плана-графика создания СКС и порядка приемки ее заказчиком.

ТЗ в общем случае содержит следующие разделы:

- общие сведения;
- назначение и цели создания (развития) системы;
- характеристика объекта;
- технические требования к телекоммуникационным и прочим параметрам системы;
- состав и содержание работ по созданию системы;
- порядок контроля и приемки;
- требования к составу и содержанию работ по подготовке здания и внешних коммуникаций к вводу СКС в действие;
- требования к документированию;
- источники разработки.

При необходимости отдельные разделы могут делиться на подразделы. В ТЗ могут включаться также приложения. В зависимости от конкретных местных условий и специфических особенностей объекта допускается оформлять отдельные разделы ТЗ в виде приложений, вводить дополнительные, исключать и объединять разделы ТЗ.

В процессе разработки технического задания проекту присваивается шифр в соответствии с ГОСТ 34.201-89.

2.2.2. Эскизный проект

Эскизный проект согласно ГОСТ 2.119-73 [27], пункт 1.1 разрабатывается в том случае, если это предусмотрено ТЗ или протоколом рассмотрения технического предложения.

Основная цель работы на стадии разработки эскизного проекта заключается в формировании предварительных проектных решений, дающих общее представление о структуре создаваемой кабельной системы и ее характеристиках, а также оценке ее стоимости. Этот документ может содержать несколько вариантов решения задачи, краткий анализ этих вариантов и рекомендации по выбору с их обоснованием. Функции эскизного проекта в некоторых случаях выполняет так называемое техническое предложение. Техническое предложение часто разрабатывается и предоставляется заказчику еще до заключения официального договора на проектирование (например, в процессе проведения тендера) и поэтому в соответствии с реалиями сегодняшнего дня называется коммерческим или бюджетным предложением. Иногда практикуется название этого документа как технико-экономическое обоснование (ТЭО).

В процессе выполнения эскизного проектирования решаются следующие основные задачи:

- разрабатывается структурная схема СКС и конфигурация рабочего места;
- определяется перечень оборудования, устанавливаемого в технических помещениях различного уровня;

- производится выбор сред передачи сигнала в горизонтальной и магистральной подсистемах и методов прокладки кабелей;
- формируются предложения по размещению технических помещений, а также требования к этим помещениям и кабельным трассам;
- дается оценка стоимости кабельной системы и продолжительности работ по ее реализации.

Документация, разрабатываемая на стадии составления эскизного проекта, имеет общий характер и небольшой объем (обычно 5–10 страниц формата А4 машинописного текста с минимальным количеством схематических иллюстраций типа общей структуры СКС и других аналогичных объектов). В состав документации эскизного проекта могут включаться следующие документы:

- пояснительная записка к эскизному проекту (код документа П1);
- схема структурная комплекса технических средств (код документа С1), может быть включена в состав документа П1;
- оценка стоимости создания системы (код документа Б0).

Правила оформления перечисленных документов содержатся в руководящем документе РД 50-34.698-90 [28].

2.2.3. Технический проект

Технический проект согласно ГОСТ 2.120-73 [29], пункт 1.1 разрабатывается в тех ситуациях, когда это предусматривается техническим заданием, протоколом рассмотрения технического предложения или эскизного проекта.

Основной целью работ, выполняемых на стадии технического проекта, является полная разработка окончательных проектных решений по системе в целом и по ее отдельным составным частям. Под проектными решениями следует понимать решения, касающиеся принципов работы системы, а также решения конкретных задач и проблем, связанных применительно к теме данной монографии с созданием системы в процессе реализации кабельной проводки для конкретного объекта.

Перечень работ, выполняемых в процессе разработки технического проекта, согласно указанному выше ГОСТ 2.120-73, пункт 1.1 определяется разработчиком и согласовывается с заказчиком. При этом не повторяются работы, проведенные на предыдущих стадиях, если они не могут дать дополнительных данных. Это обстоятельство отражается в пояснительной записке.

В состав документации, разрабатываемой в процессе выполнения технического проектирования, в большем или меньшем объеме включаются следующие документы:

- ведомость технического проекта (код документа ТП), которая оформляется в соответствии с ГОСТ 2.106-96 [30];
- пояснительная записка к техническому проекту (код документа П2), в которой отражаются основные принципы реализации СКС с ее разбивкой на

отдельные подсистемы, способы организации кабельных трасс, особенности оборудования технических помещений, приводится схема формирования маркировки и другие необходимые данные;

- схема структурная комплекса технических средств (код документа С1); может быть включена в состав документа П2. Данный документ на практике выполняется в форме поэтажных планов с детальной привязкой отдельных компонентов кабельной системы к архитектурным чертежам; в состав схемы часто вводятся также таблицы разводки кабелей по коммутационным панелям кроссового поля и соединений отдельных портов;
- ведомость (спецификация) оборудования, материалов и принадлежностей (код документа В4);
- локальный сметный расчет (код документа Б2).

Допускается оформлять локальный сметный расчет в виде отдельного документа, который не подшивается в книгу технического проекта.

2.2.4. Рабочая документация

Разработка рабочей документации заключается в подготовке точных рабочих чертежей, схем и таблиц, которыми будут руководствоваться монтажники при проведении работ по созданию системы. Рабочая документация обеспечивает детальную привязку отдельных компонентов системы к объекту, содержит чертежи, таблицы соединений и подключений, планы расположения оборудования и проводок и другие аналогичные текстовые и графические документы.

В состав документации, создаваемой на этой стадии, входят следующие основные документы:

- схемы размещения оборудования и проводок (код документа С7);
- таблицы соединений и подключений (код документа С6);
- сборочные чертежи (код документа СБ).

2.2.5. Технорабочий проект

На практике в процессе реализации кабельных систем относительно небольших масштабов или на типовых объектах после получения и одобрения технических предложений достаточно часто применяется так называемое одностадийное проектирование в соответствии с ГОСТ 34.601-90, пункт 2.2.

В случае принятия решения об использовании такой схемы организации работ осуществляется разработка технорабочего проекта. Этот документ включает в себя основные элементы рабочих чертежей и решений технического проекта и, как правило, содержит:

- пояснительную записку;
- чертежи, необходимые для обоснования принятых решений; при этом, естественно, требуется более глубокий уровень детализации по сравнению

с техническим проектом и обеспечения возможности выполнения строительно-монтажных работ без дополнительного проектирования;

- спецификацию;
- смету.

Хорошим количественным критерием малости объекта применительно к структурированным кабельным системам является число обслуживаемых рабочих мест до 100 и построение кабельной проводки по централизованной схеме. Наряду с небольшими несложными объектами принцип выполнения процедуры проектирования по схеме технорабочего проекта пользуется достаточно большой популярностью в случае объектов, для которых в широкой степени возможно применение типовых решений.

ГЛАВА III

АРХИТЕКТУРНАЯ ФАЗА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

3.1. Цели и задачи, нормативная база

Целью и задачей архитектурной фазы проектирования структурированной кабельной системы является в первую очередь создание предпосылок для выполнения телекоммуникационной стадии проектирования и удобства последующей эксплуатации кабельной проводки. Тщательная проработка проектных решений, принимаемых на этом этапе выполнения проектных работ, позволяет добиться существенного улучшения всего комплекса технико-экономических характеристик и, в частности, заметного снижения как стоимости создания и эксплуатации СКС, так и продолжительности ее реализации. Кроме того, принципы, заложенные в проект на архитектурной фазе, оказывают непосредственное влияние на параметры надежности и безопасности эксплуатации кабельной системы.

Процесс выполнения архитектурной фазы проектирования регламентируют следующие американские нормативные документы: стандарт TIA/EIA-569 [31] и развивающий его в части некоторых положений стандарт ANSI/NECA/BICSI 568-2001 [32]. Появление этих стандартов было обусловлено осознанием того факта, что построение кабельной системы, оптимальной по комплексу технико-экономических характеристик, невозможно в здании, для которого не выполнен ряд архитектурных и планировочных требований. Стандартами достаточно подробно и скрупулезно регламентируются правила организации следующих строительных объектов:

- технических помещений аппаратных и кроссовых;
- кабельных трасс горизонтальной подсистемы и подсистемы внутренних магистралей;
- вводов в здание кабелей подсистемы внешних магистралей и внешних телекоммуникационных операторов;
- кабельных трасс подсистемы внешних магистралей.

В стандарте приводятся также требования к системе электропитания, отопления, вентиляции и кондиционирования здания в той ее части, которая имеет отношение к построению телекоммуникационной инфраструктуры.

Какой-либо отечественный обобщающий нормативный документ, регламентирующий правила построения и параметры как технических помещений СКС, так и кабельных трасс различных подсистем на момент написания данной работы не был известен автору. Функции такого документа, отдельные положения которого

могут быть использованы в процессе выполнения проектных работ по помещениям кроссовых и аппаратных, может выполнять инструкция СН 512-78 [33]. Ряд полезных положений в этой области содержится в ведомственных нормативных документах Министерства Российской Федерации по связи и информатизации. Так, например, в Нормах технологического проектирования РД 45.120-2000 приведены технологические требования к зданиям и помещениям АТС и УПАТС, часть из которых может быть с успехом использована в процессе проектирования помещений кроссовых и аппаратных, а также требования и нормы по проектированию линейных сооружений.

3.2. Проектирование аппаратных

Аппаратная представляет собой техническое помещение, несущее основную нагрузку по обеспечению взаимодействия не только всех кабельных линий, но и работоспособности всей информационно-вычислительной системы предприятия. В этом помещении наряду с коммутационным оборудованием линейных кабелей магистральных подсистем обычно располагаются наиболее важные сетевые устройства коллективного пользования (УПАТС, серверы, коммутаторы масштаба предприятия ЛВС, массивы дисковой памяти и аналогичное им оборудование).

С системной точки зрения аппаратные относятся к тем ключевым объектам информационной инфраструктуры предприятия, которые ввиду специфики находящегося в них оборудования требуют повышенного внимания как со стороны проектировщиков на всех этапах проведения проектных работ, так и сотрудников служб эксплуатации на протяжении всего периода эксплуатации. Это связано в первую очередь с тем, что нормальная работа большинства организаций, являющихся владельцами или арендаторами зданий, напрямую зависит от оперативного доступа к информации, хранящейся в электронном виде, и от качества функционирования внешних и внутренних систем электросвязи различного назначения. Даже временное прекращение доступа к ресурсам информационных технологий и/или отключение от услуг, предоставляемых внешними телекоммуникационными операторами, сопровождается большими финансовыми потерями и отрицательно сказывается на имидже компании, а в наиболее тяжелых случаях может даже привести к ее банкротству. Поэтому стандартом «де-факто» является установка в помещениях аппаратных оборудования различных систем, увеличивающих ее устойчивость к последствиям стихийных бедствий, а также попыткам умышленного проникновения и физического повреждения различной аппаратуры. Так, в частности, во исполнение принципа достижения максимальной эксплуатационной устойчивости аппаратная оборудуется средствами противопожарной охраны, кондиционирования и контроля доступа.

3.2.1. Размещение аппаратной

При выборе места размещения аппаратной крупных сетей, обслуживающих одновременно несколько зданий, при прочих равных условиях предпочтительным является ее организация в центральной части обслуживаемой территории.

При выборе места расположения аппаратной в конкретном здании с учетом функций, выполняемых этим техническим помещением, следует руководствоваться следующими принципами:

- аппаратная должна быть совмещена или, по крайней мере, максимально приближена к КЗ для минимизации длины соединяющих их кабелей;
- для облегчения контроля доступа аппаратную необходимо располагать недалеко от постоянных постов службы безопасности компании;
- помещение аппаратной не должно быть проходным, так как это усложняет систему контроля доступа; желательно, чтобы оно не имело окон и даже не примыкало вплотную к внешним стенам здания; если же в этом техническом помещении предусмотрены окна, то инструкция СН 512-78 в пункте 3.4 рекомендует располагать ее на северной или северо-восточной стороне здания;
- при нахождении здания, в котором размещается аппаратная, в регионе с повышенной сейсмической активностью выбор типа конструктива и принципы монтажа оборудования осуществляются с учетом соответствующих норм по механической прочности и стабильности на случай землетрясения;
- при размещении аппаратной в подвале риск заливания ее помещения грунтовыми водами (а также при авариях водопроводных систем различного назначения и канализации) должен быть сведен к минимуму специальными строительными решениями (дополнительная гидроизоляция, соответствующий выбор трасс прокладки трубопроводов и т.д.);
- не рекомендуется выделять помещение для аппаратной на верхних этажах здания, так как это существенно затрудняет ввод в нее кабелей подсистемы внешних магистралей и телекоммуникационных операторов внешних служб. Кроме того, верхние этажи получают наиболее сильные повреждения в случае пожара и заливаются при протечках крыши;
- крайне нежелательно размещать аппаратную рядом с теми внутренними конструкциями здания, которые ограничивают ее возможное расширение в перспективе: лифтовыми шахтами, лестничными маршами, вентиляционными камерами и т.д.;
- следует избегать близкого размещения мощных источников электрических или магнитных полей, а также оборудования, которое может вызвать повышенную вибрацию;
- предпочтительно располагать аппаратную вблизи грузовых или грузопассажирских лифтов, используемых для транспортировки тяжелого оборудования как в процессе создания информационной инфраструктуры здания, так и при ее текущей эксплуатации (конструктивы для монтажа оборудования ЛВС и СКС, серверы, ИБП и т.д.); согласно действующим в Великобритании нормам грузоподъемность такого лифта составляет не менее 1200 кг, а минимальные размеры грузовой платформы – 2×3 м;

¹ Для реализации этого положения упомянутая выше инструкция СН 512-78 предъявляет к помещениям для ЭВМ, то есть аппаратным, по терминологии данной работы, более жесткие требования и не допускает размещать их в подвалах.

- через аппаратную не должны прокладываться транзитом трубопроводы инженерных систем, которые не относятся к обслуживанию данного помещения;
- на основании правил пожарной безопасности ППБ 01-93 [34], пункт 4.2 запрещается располагать аппаратную рядом с помещениями для хранения пожароопасных или агрессивных химических материалов;
- над аппаратными на основании норм РД 45.120-2000, пункт 17.6, не допускается размещать помещения, связанные с потреблением воды (туалеты, душевые, столовые, буфеты и т.д.);
- при развертывании СКС на промышленных предприятиях запрещается располагать аппаратную в помещении, смежном с помещениями производств с мокрыми технологическими процессами.

3.2.2. Площадь аппаратной

Размеры помещения аппаратной прямо определяются составом размещаемого в ней оборудования. Если такая информация отсутствует, то при проектировании обычных офисных зданий следует исходить из расчета выделения на данное техническое помещение 0,7% от всей рабочей площади, но не менее 14 м². Для зданий с низкой плотностью устанавливаемых информационных розеток (гостиницы, исследовательские лаборатории, больницы, культурно-массовые учреждения) площадь помещения аппаратной согласно требованиям стандарта TIA/EIA-569 A выбирается в зависимости от числа организуемых рабочих мест (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Рекомендуемая площадь аппаратной для зданий с низкой плотностью рабочих мест

Количество рабочих мест	Площадь аппаратной, м ²
≤ 100	14
10–400	37
40–800	74
80–1200	111

Дополнительно следует учитывать то обстоятельство, что на практике аппаратная часто совмещается с кроссовой этажа и/или внутренних магистралей. Таким образом, кроме оборудования коллективного пользования при таком совмещении помещений в аппаратной размещаются коммутационные панели и сетевое оборудование, которые обслуживают информационные розетки рабочих мест соседних помещений офиса на этом же этаже.

При выборе строительного решения необходимо иметь в виду, что создание одной большой аппаратной обходится по капитальным затратам дешевле нескольких маленьких той же суммарной площади. Тем не менее практика выполнения проектов в реалиях сегодняшнего дня показывает, что выделение нескольких небольших аппаратных вместо одной общей в некоторых ситуациях обеспечивается существенно проще.

3.2.3. Условия окружающей среды в аппаратной

Соответствующим выбором архитектурно-планировочных решений, а также применением систем инженерного обеспечения функционирования здания в аппаратной должны быть обеспечены следующие условия окружающей среды.

Температура воздуха – от 18 до 24 °С при измерении на высоте 1,5 метра от уровня пола¹. Максимальная скорость изменения температуры не должна превышать 3 °С в час. При превышении температурой верхнего граничного значения подавляющее большинство видов сетевого оборудования до определенного момента сохраняет свою работоспособность, однако это крайне нежелательно, так как сопровождается ускоренным старением электронных компонентов и приводит к преждевременным отказам.

Влажность воздуха – от 30 до 55% при измерениях на высоте 1,5 м от уровня пола². Скорость изменения влажности воздуха ограничена величиной не более 6% в час. Конденсация влаги должна быть исключена при любых условиях.

Освещенность – не менее 500 лк при измерении на высоте 1 м от уровня пола на свободном от оборудования пространстве. Минимальная высота расположения светильников от уровня пола установлена равной 2,6 м. Источники света должны иметь такую мощность и быть расположены таким образом, чтобы обеспечить равномерную освещенность всего пространства помещения аппаратной. Наличие хорошего освещения особенно важно в процессе проведения монтажных работ. При этом сама система освещения должна быть спроектирована таким образом, чтобы работы любого вида могли производиться без использования дополнительных ламп и светильников. Выключатель системы общего освещения следует располагать рядом с входной дверью, высота установки над уровнем чистого пола на основании ПУЭ, пункт 7.1.40 выбирается равной 1,5 м.

Уровень вибрации. В диапазоне частот 5–22 Гц амплитуда колебаний не должна превышать 0,12 мм, а в диапазоне 22–500 Гц максимальное ускорение не может быть более 2,5 м/с². Отечественные нормы СН 512-78 дают для этого параметра несколько менее жесткие значения в ограниченном частотном диапазоне: 0,1 мм при частоте не выше 25 Гц.

Напряженность электрического поля установлена на уровне не выше 3 В/м во всем спектре частот.

Содержание в воздухе загрязняющих веществ не должно превышать предельных значений, указанных в табл. 3.2. Отечественные нормы, приводимые в инструкции СН 512-78, устанавливают содержание коррозионно-активных веществ в воздухе не выше предельно допустимой концентрации этих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

Запыленность воздуха в помещениях аппаратных по инструкции СН 512-78 не должна превышать 0,75 мг/м³. При необходимости дополнительной очистки используют двухступенчатую систему с фильтром III класса. Применение масляных

¹ Инструкция СН 512-78 устанавливает нижнее значение температурного диапазона равным 17 °С.

² Нормы проектирования ВСН 60-89 в пункте 4.10.7 задают верхний предел относительной влажности в 65% при температуре 20 °С.

фильтров не допускается. Согласно нормам, действующим в Великобритании, система фильтрации должна иметь эффективность очистки не менее 95% для частиц диаметром свыше 5 мкм.

Таблица 3.2. Предельное содержание загрязняющих веществ в аппаратной

Вещество	Содержание
Хлор, ppm (промиле)	0,01
Сероводород, ppm	0,05
Окислы азото, ppm	0,1
Двуокись серы, ppm	0,3
Углеводороды, г/м ³ ×сутки	10 ⁻⁶

Дополнительно стандарт IEC-721 требует, чтобы тепловая мощность, отводимая от сетевого оборудования в штатном режиме его функционирования, составляла не менее 2,5 кВт. Значение тепловыделения и влаговыделения от людей по упомянутым выше нормам СН 512-78 принимаются равными при условии выполнения ими легких работ¹. Необходимость нормирования этих величин обусловлена тем, что помещение аппаратной обычно не имеет окон, и значение величины выделяемого тепла позволяет правильно рассчитать параметры охлаждающих устройств системы кондиционирования.

Система вентиляции должна быть спроектирована таким образом, чтобы создавать в помещении аппаратной избыточное воздушное давление, а ее производительность должна обеспечивать минимум однократную полную смену воздуха в час. Превышение притока над вытяжкой в этой ситуации согласно нормам РД 45.120-2000, пункт 17.30 проектируется равным 20%. Допускается осуществлять подачу приточного воздуха через коридоры и холлы.

Чувствительные элементы датчиков системы кондиционирования в соответствии с рекомендациями BICSI должны располагаться на высоте примерно 1,5 м от уровня чистого пола.

3.2.4. Особенности организации системы электропитания в аппаратной

Согласно рекомендациям BICSI для питания сетевого и прочего оборудования, установленного в аппаратной, предусматривается минимум две двоянные силовые розетки стандартного сетевого напряжения, рассчитанные на максимальный ток в 20 А². Питание этих розеток должно осуществляться от двух независимых фидеров.

¹ Это объясняется тем, что основную массу времени персонал, постоянно или временно находящийся в помещении аппаратной, по роду своей деятельности проводит за компьютером.

² Заметим, что указанное значение силы тока задается исходя из американских стандартов силовой проводки, рассчитанной на напряжение в 110 В. В Великобритании, где напряжение силовой сети составляет 220 В, подобные розетки рассчитываются на 13 А.

Дополнительные силовые розетки также рекомендуется выполнять в вдвоенном варианте и располагать их по всему периметру помещения. Минимальная высота установки розеток составляет 150 мм, расстояние между отдельными силовыми розеточными модулями не должно превышать 1,8 м.

Запрещается применение розеток с выключателями.

Питание розеток для сетевой аппаратуры и системы освещения аппаратной должно осуществляться от различных панелей силового щитка.

Сетевое оборудование коллективного пользования, монтируемое в аппаратной, в подавляющем большинстве случаев получает электропитание от ИБП, который, по возможности, должен иметь два независимых подключения к городской электрической сети. Питание приборов пожарной сигнализации в соответствии со СНиП 2.04.09-84 [35], пункт 4.50 в обязательном порядке осуществляется от основной и резервной систем. Согласно пункту 4.52 этого же документа при использовании в качестве резервного источника питания аккумуляторной батареи должна обеспечиваться работа установки пожарной сигнализации в течение не менее 24 часов в дежурном режиме и в течение не менее 3 часов в режиме пожара.

При наличии системы аварийного питания переключение на резервный источник должно осуществляться автоматически. При этом каждый из питающих фидеров (основной и резервный) естественным образом должен иметь запас по мощности, достаточный для питания всего оборудования аппаратной в штатном и аварийном режимах.

3.2.5. Требования к конструкции и оборудованию аппаратной

Наиболее оптимальной формой помещения аппаратной является квадратная или близкая к ней, с длиной короткой стены не менее 3 м. Расстояние между полом (фальшполом) и потолком (фальшпотолком) должно быть не менее 2,6 м. Потолок помещения аппаратной в обязательном порядке снабжается гидроизоляцией, защищающей дорогостоящее сетевое оборудование от протечек.

Несущие конструкции здания в области расположения аппаратной должны выдерживать с соответствующими запасами вес компьютерного оборудования, элементов СКС, источников электропитания, оборудования кондиционирования, специализированной мебели, монтажного оборудования и т.д., а также обслуживающего персонала. На основании этого пол аппаратной проектируется таким образом, чтобы выдерживать распределенную нагрузку не менее 1250 кг (или 350 кг/м²) и точечную нагрузку (на площади 25 см²) не менее 445 кг. Для прокладки кабелей желательно в соответствии с требованиями раздела 3.8.2.3 устройство фальшпола, обеспечивающего ввод отдельных кабелей и их жгутов в 19-дюймовый конструктив снизу с соблюдением минимального радиуса изгиба каждого отдельного кабеля.

Конструкция и материал стен выбираются с учетом возможности крепления к ним аппаратуры в соответствии с требованиями раздела 3.2.6. Конструктивное исполнение стен и потолков согласно инструкции СН 512-78, пункт 3.26 должно быть подобрано таким образом, чтобы исключить выделение пыли и по нормам

РД 45.120-2000 допускать систематическую очистку. Данное положение может быть реализовано на практике двумя различными способами. Первый из них предполагает окраску открытых бетонных поверхностей. Более эффективной, хотя и более трудоемкой и дорогостоящей, является обшивка стен облицовочными панелями до высоты не менее 2,4 м от уровня чистого пола с обязательной установкой их вплотную друг к другу без зазора. Стандарт TIA/EIA-569-A рекомендует покрывать облицовочными панелями по меньшей мере две стены. В качестве материала панелей могут быть использованы металл и фанера. В последнем случае толщина покрытия должна составлять 19–20 мм (0,75 дюйма), а для выполнения норм противопожарной безопасности согласно стандарту ANSI/NECA/BICSI 568-2001 в процессе изготовления фанеры необходимо использовать негорючие исходные материалы. В случае нарушения этого условия готовое покрытие следует покрасить негорючей краской в два слоя. Данный прием увеличения огнестойкости конструкции без конкретизации вариантов его исполнения допускает СНиП 21-01-97, пункт 7.12.

Прочность крепления обшивки к стене стандартами СКС не задается. Для конкретизации этого параметра целесообразно пользоваться нормами из смежных областей. Так, например, компания Lucent Technologies требует для монтажа настенного варианта достаточно популярной в информационно-вычислительных системах УПАТС Merlin Legend (масса основного стativa 21 кг при габаритах 62×64,5×31 см) обеспечения гарантированного усилия отрыва панели не менее 350 кг.

Чистый пол аппаратной при любом варианте его реализации согласно нормам РД 45.120-2000, пункт 17.20 должен быть ровным и иметь антистатическое покрытие с сопротивлением 10^6 Ом, обеспечивающим стекание и отвод статического электричества. Настилка чистого пола выполняется на несгораемое основание. Его исполнение должно позволять выполнять очистку пылесосом и влажную уборку.

При наличии в помещении аппаратной окон в целях уменьшения притока тепла от солнечной радиации следует применять солнцезащитные жалюзи, шторы, пленки с металлизированным покрытием и другие аналогичные элементы. Данное положение становится обязательным в том случае, если в ТУ на аппаратуру, устанавливаемую в аппаратной, содержится требование по ее защите от воздействия прямых солнечных лучей. Окна должны быть герметизированы с использованием уплотняющих прокладок. Для предотвращения конденсации влаги желательно использование оконных блоков с тройным остеклением типа «стеклопакет». При расположении помещения аппаратной на первом этаже ее окна (при их наличии) должны быть оснащены металлическими решетками. Если последнее условие не может быть выполнено по каким-либо причинам, то на окна устанавливается защитное остекление из стекла класса не ниже А2 (защита от удара брошенным предметом).

Вход в аппаратную выполняется через дверь, которая открывается обязательно наружу с углом раскрытия 180°. Дверь должна иметь размеры не менее 2,0×0,9 м,

уплотняющую прокладку и запираться на внутренний замок. Целесообразно предусматривать на двери доводчик и противосъемные приспособления. При необходимости монтажа в аппаратной крупногабаритного оборудования проектируется двухстворчатая дверь. В случае применения двухстворчатых дверей допускается наличие опорной стойки для створок, которая должна быть выполнена съемной. Не исключается выполнение двери в сдвижном или даже в складном варианте.

Для облегчения возможности доставки тяжелого оборудования порог в дверном проеме не предусматривается. При наличии в аппаратной фальшпола напротив дверного проема оборудуется пандус с крутизной не более 1:12.

Для изготовления двери аппаратной должен быть использован трудносгораемый материал. Конкретные требования к двери с точки зрения обеспечения норм пожарной безопасности приводятся в разделе 7.2.2. Аппаратная в максимально полной степени должна быть снабжена следующими системами:

- охранной сигнализации;
- пожарной сигнализации¹;
- пожаротушения;
- кондиционирования и освещения, обеспечивающими выполнение требований раздела 3.2.3;
- аварийного освещения, позволяющего выполнять работу в случае отключения рабочего освещения;
- защитного и телекоммуникационного заземления, причем из аппаратной должна быть обеспечена возможность подключения непосредственно к главной пластине заземления.

Кроме того, в аппаратной предусматривается установка одного или нескольких телефонных аппаратов. Как показывает практика, при организации различного рода профилактических работ, измерениях параметров, исправлениях неполадок и т.д. существенную помощь оказывает система громкоговорящей связи. Необходимость применения и объемы установки этих и других систем (часофикации, радиофикации и т.д.) определяется заказчиком.

В аппаратную вводятся кабели городской телефонной сети и других операторов связи. В случае наличия в СКС подсистемы внешних магистралей в аппаратную часто заводятся ее кабели без выделения специальной кроссовой внешних магистралей. Ввод может производиться из кабельной канализации, коллектора, с эстакад, столбов (при воздушной подвеске) и других аналогичных сооружений в соответствии с принципами и правилами, изложенными в разделе 3.6.6. В некоторых ситуациях, определяемых конкретными местными условиями, для ввода этих кабелей выделяется отдельное помещение. В нем монтируется соответствующее коммутационное оборудование, и оно отдельными кабелями внутренней прокладки соединяется с аппаратной. Дополнительным преимуществом наличия

¹ Актуальность данной рекомендации наряду с высокой стоимостью оборудования, находящегося в аппаратной, и большой ценностью хранимой информации важна также и по тому, что обслуживающий персонал достаточно редко находится в технических помещениях.

помещения для размещения вводного кросса является легкость выполнения правила прокладки внутри здания не более 15 м кабеля без соответствующего сертификата по пожарной безопасности (см. раздел 7.1).

В аппаратной рекомендуется предусмотреть (при наличии места) следующее дополнительное оборудование:

- компьютерный или, в крайнем случае, обычный письменный стол со стулом для организации рабочего места системного администратора;
- отдельные шкафы, стеллажи или полки для хранения рабочей и эксплуатационной документации, а также измерительной аппаратуры и ЗИП кабельной системы и сетевого оборудования;
- настенный держатель для часто используемых и запасных соединительных и коммутационных шнуров;
- передвижные или переносные углекислотные огнетушители из расчета не менее двух штук на каждые 20 м² площади помещения, выполняющие функции индивидуального средства тушения пожара.

3.2.6. Правила монтажа телекоммуникационного оборудования

Активное и пассивное сетевое оборудование, монтируемое в технических помещениях, согласно отраслевым нормам ОСТН-600-93, пункты 2.27–2.53 [36] может устанавливаться на полу, фундаменте, аппаратном столе, полке, а также укрепляться на стене или в стенной нише.

Оборудование в рабочем положении должно устанавливаться горизонтально, вертикально и соосно. Отклонения от горизонтали, вертикали, параллельности и соосности не должны превышать допустимых значений, указанных в технической документации завода-изготовителя и руководствах по монтажу. Для выравнивания оборудования и конструктивов, выполненных в напольном исполнении и не оснащенных регулируемыми опорами, разрешается применять подкладки из листовой стали. Общая толщина пакета подкладок не должна превышать 5 мм, площадь каждой подкладки составляет минимум 40 см².

Крепление оборудования и монтажных конструктивов к конструкциям здания должно осуществляться анкерными или стяжными болтами, дюбелями, а также шурупами. В двух последних случаях из соображений обеспечения необходимой прочности крепления запрещается применение деревянных пробок. Использование анкерных болтов в качестве крепежных элементов допускается при толщине стены не менее 12 см.

В случае размещения сетевого оборудования и коммутационных панелей в 19-дюймовом конструктиве предпочтительно планировать установку отдельных 19-дюймовых шкафов и стоек таким образом, чтобы обеспечить доступ не только к их передней, но и к задней частям. Во исполнение этого требования стандарт ANSI/NECA/BICSI 568-2001 в пункте 3.3.2 задает минимальное свободное расстояние перед передней и задней частями шкафа или стойки равным 914 мм при минимальной ширине бокового прохода 762 мм.

Устанавливаемые в одном ряду шкафы должны быть скреплены в единую конструкцию, соединяемые между собой с боковой стороны каркаса болтами. Для стоек такое крепление осуществляется по верхней части каркаса в тех случаях, если это предусмотрено проектом. Шкафы и стойки согласно стандарту ANSI/NECA/BICSI 568-2001, пункт 3.3.2 должны быть заземлены медным проводником с сечением не менее 6 AWG.

Оборудование настольного типа устанавливается на столах или полках без крепления, если этого не требуют ТУ или проектная документация. Установка полок осуществляется на крепежных кронштейнах.

При креплении оборудования к каменным, кирпичным и железобетонным вертикальным стенам, колоннам и перегородкам дюбелями и функционально аналогичными им элементами нагрузка на каждый верхний дюбель не должна превышать значений, приведенных в табл. 3.3. Из данных этой таблицы хорошо видно, что обшивка стен технического помещения металлическими экранирующими панелями заметно увеличивает максимально допустимую массу монтируемого оборудования. Крепление оборудования к потолку осуществляется не менее чем двумя дюбелями, причем нагрузка на каждый дюбель не должна превышать 150 Н.

Таблица 3.3. Допустимая нагрузка на верхний дюбель при креплении оборудования аппаратной к вертикальным поверхностям

Материал стены	Допустимая нагрузка, Н
Кирпич, бетон и железобетон марки 200	150
Бетон и железобетон марки 400	350
Сталь	500

Крепление оборудования к съемным элементам и обшивкам не допускается. Запрещается также крепить к деревянным стенам оборудование массой свыше 20 кг.

Обслуживаемое настенное оборудование должно располагаться таким образом, чтобы органы управления и индикаторы находились на высоте $1,6 \pm 0,1$ м от уровня чистого пола. Максимальная высота расположения необслуживаемого настенного оборудования установлена в $2,4 \pm 0,1$ м от пола. При этом величина зазора между верхней поверхностью корпуса монтируемого оборудования и потолком должна быть не менее 150 мм.

В случае настенного монтажа оборудования в соответствии с рекомендациями BICSI значение минимальной величины свободного пространства рядом с боковой поверхностью корпуса любого устройства должно составлять не менее 300 мм.

3.3. Проектирование кроссовых

В соответствии с классификацией, введенной в разделе 1.1.2, кроссовые подразделяются на кроссовые внешних магистралей (КВМ), здания (КЗ) и этажа (КЭ). На практике КВМ и КЗ часто совмещают друг с другом, а также с одной из аппаратных, поэтому ниже рассматривается только КЭ. Все приводимые для

них положения практически без каких-либо ограничений и особенностей действуют в отношении остальных кроссовых.

КЭ представляет собой служебное помещение, в которое вводятся кабели подсистемы внутренних магистралей СКС и кабели горизонтальной подсистемы. В этом помещении монтируются коммутационные панели, сетевые приборы и другие вспомогательные устройства. В кроссовых нельзя размещать оборудование, которое не имеет непосредственного отношения к тем функциям, для выполнения которых организуется данное техническое помещение, например силовые распределительные щиты электропитания этажа (рис. 3.1).

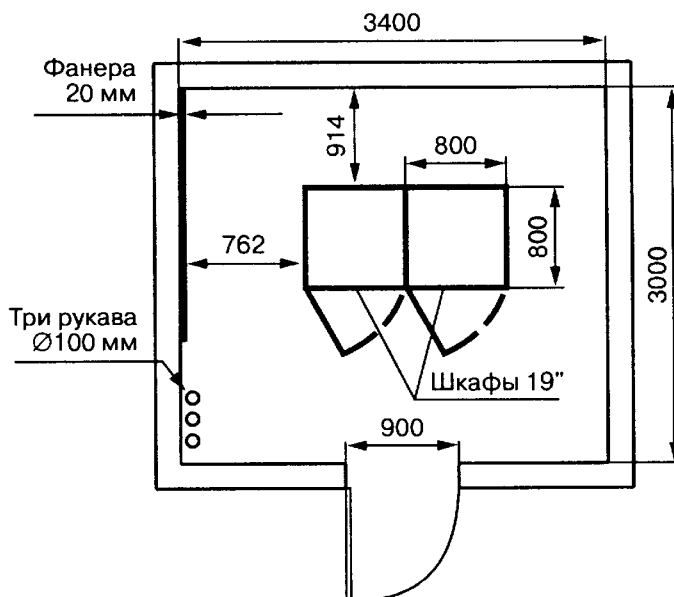


Рис 3.1. Пример расположения оборудования в помещении кроссовой

Так же как и аппаратные, кроссовые, представляющие собой узловой элемент телекоммуникационной инфраструктуры организации, являются помещениями, требующими повышенного внимания со стороны проектировщиков и служб эксплуатации. Однако если выход из строя коммутационного или активного сетевого оборудования, расположенного в аппаратной, приводит к полному или частичному прекращению функционирования информационной системы всего здания или даже их группы, то отказ оборудования в КЭ обычно означает полную или частичную остановку работы сетевых устройств только для обслуживаемых ею рабочих мест. Поэтому к конструкции и оборудованию КЭ в части параметров выдвигаются несколько менее жесткие требования по сравнению с аппаратными.

Отметим также, что в небольших СКС с количеством портов до 150–200 согласно накопленной статистике кроссовая зачастую является единственным техническим помещением и естественным образом совмещается с аппаратной. То же самое правило, за исключением возможности совмещения с аппаратной, действует и в отношении более крупных СКС, располагаемым в нескольких зданиях, при этом в каждом здании кабельная проводка из-за небольшого количества рабочих мест строится по схеме централизованной архитектуры.

3.3.1. Площадь кроссовых

К коммутационному оборудованию в КЭ при канонической схеме реализации СКС подключаются рабочие места, расположенные на том же этаже. Сначала дадим оценку рабочей площади этажа, для обслуживания которой целесообразно выделять одну кроссовую. В разделе 4.4.5.2 отмечено, что диаметр рабочей зоны, обслуживаемой техническим помещением нижнего уровня, не должен превосходить 70 м. При ширине здания 20 м общая площадь зоны равна 1400 м². На этапе планирования технических помещений в тех ситуациях, когда рабочая площадь обслуживаемой зоны неизвестна, в качестве оценки значения этого параметра рекомендуется принимать величину, составляющую 80% от общей площади, то есть согласно этой оценке – 1120 м². Данное значение практически совпадает с положениями стандартов ISO/IEC 11801 и EN 50173, устанавливающих размер площади рабочих помещений, обслуживаемых КЭ, не более 1000 м².

Площадь самой КЭ зависит от состава размещаемого в ней оборудования. Согласно рекомендациям стандарта EIA/TIA-569 она выбирается из расчета 0,07 м² на одно стандартное рабочее место, однако, не должна быть менее 6 м². Если априорная информация о числе рабочих мест, обслуживаемых кроссовой, а также о размещаемом в ней оборудовании отсутствует, то при проектировании можно воспользоваться данными из табл. 3.4. При этом во всех перечисленных выше случаях считается, что речь идет о стандартном рабочем месте, которое располагается на площади в 10 м² и для обслуживания которого предназначена ИР с двумя розеточными модулями.

Таблица 3.4. Рекомендуемые размеры КЭ в зависимости от обслуживаемой ею рабочей площади

Обслуживаемая рабочая площадь, м ²	Габаритные размеры КЭ, м
≤ 1000	3,0×3,4
≤ 800	3,0×2,8
≤ 500	3,0×2,2

3.3.2. Размещение кроссовых

3.3.2.1. Одна кроссовая на этаж

При выборе места расположения КЭ целесообразно руководствоваться следующими принципами:

- КЭ можно совместить с одной из КЭ на том же самом этаже;
- КЭ должна быть на каждом этаже здания; часто применяемое в российских условиях решение на основе кроссовой, обслуживающей также соседние этажи здания, нельзя признать удачным, так как оно существенно ограничивает возможности расширения и модернизации кабельной системы, а также усложняет монтаж и эксплуатацию СКС;

- КЭ должна быть максимально приближена к стоякам, по которым прокладываются кабели подсистемы внутренних магистралей СКС; ideally, если каналы стояка проходят непосредственно через нее; в свою очередь это означает, что в многоэтажных зданиях при оптимальном расположении технических помещений все кроссовые или те из них, которые относятся к определенному подмножеству, находятся одна над другой;
- для облегчения соблюдения режима контроля доступа комната, выделенная для кроссовой, не должна иметь окон, быть проходной или совмещаться с другими производственными помещениями;
- следует избегать близкого размещения мощных источников электрических и/или магнитных полей, а также оборудования, которое может вызвать повышенную вибрацию в кроссовой;
- для минимизации длины кабелей и соответственно стоимости горизонтальной подсистемы следует располагать КЭ как можно ближе к геометрическому центру обслуживаемой рабочей зоны.

3.3.2.2. Несколько кроссовых на этаж

Необходимость организации двух или более кроссовых или их функциональных аналогов на каждом этаже возникает обычно в тех случаях, когда:

- рабочая площадь этажа превышает 1000 м²;
- дополнительные кроссовые необходимы для обеспечения предельной длины кабелей горизонтальной подсистемы в 90 м;
- наличие дополнительной КЭ позволяет улучшить технико-экономическую эффективность создаваемой кабельной системы по одному или, что более целесообразно, одновременно по нескольким критериям.

Как правило, кабельная система строится на основе двух или более кроссовых на каждом этаже практически в обязательном порядке в тех ситуациях, когда длина части здания, обслуживаемой кабельной системой, оказывается более 120–130 м.

К каждой кроссовой этажа большой площади равным образом применимы все нормы и правила, действующие в отношении одной кроссовой на этаже.

Если на этаже многоэтажного здания предусмотрены несколько КЭ, то желательно, чтобы все они обслуживались разными стояками. В этом случае удастся избежать на данном этаже горизонтальной прокладки кабелей подсистемы внутренних магистралей СКС и существенно повысить живучесть кабельной системы. В тех ситуациях, когда в силу каких-либо причин данное условие не выполняется, допускается, чтобы часть КЭ была подключена к КЭ транзитом через другие КЭ (рис. 3.2).

¹ В тех ситуациях, когда одна КЭ обслуживает несколько этажей, при прочих равных условиях ее целесообразно размещать на нижнем этаже, поскольку это несколько облегчает прокладку горизонтальных кабелей.

Стандарт TIA/EIA-569-A рекомендует соединять кроссовые одного этажа кабельным каналом с круглым поперечным сечением и внутренним диаметром 76 мм. Из-за сравнительно небольших габаритов этот элемент предназначен в первую очередь для организации резервных трасс, а его наличие существенно увеличивает эксплуатационную гибкость создаваемой кабельной системы.

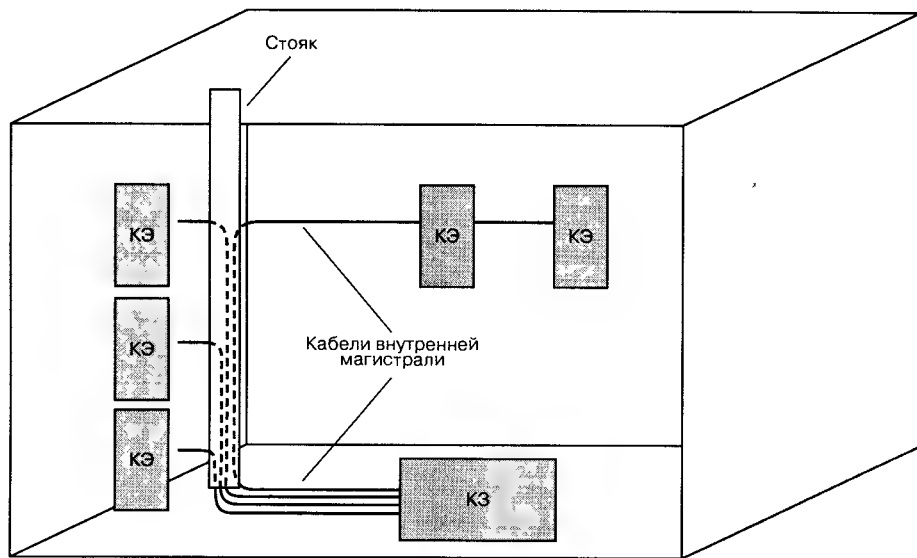


Рис. 3.2. Пример расположения и подключения кроссовых в многоэтажном здании

3.3.3. Условия окружающей среды в кроссовых

Система инженерного обеспечения функционирования здания должна быть спроектирована и реализована таким образом, чтобы создавать в любой кроссовой следующие условия окружающей среды.

Температура и влажность воздуха должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 3.5. При этом высота расположения чувствительных элементов датчиков, с помощью которых производятся измерения, аналогично аппаратной выбирается равной 1,5 м. Дополнительно рекомендациями BICSI установлено, что для предотвращения явлений конденсации влаги на двери температура воздуха в техническом помещении не должна отличаться от температуры в соседнем офисном помещении более чем на 5 °С.

Освещенность установлена на уровне не менее 540 лк при измерении на высоте 1 м от уровня пола на свободном от оборудования пространстве. Принципы реализации и выбора количества, типа и размещения светильников полностью соответствуют аналогичным правилам для аппаратных.

Уровень вибрации не должен превышать предельно допустимого значения для установленного в кроссовой оборудования.

Напряженность электрического поля должна составлять не более 3 В/м во всем спектре частот.

Содержание в воздухе загрязняющих веществ не должно превышать предельно допустимых санитарных норм.

Таблица 3.5. Температура и влажность воздуха в помещении кроссовой

Тип помещения	Температура, °С	Влажность, %
При наличии в помещении кроссовой активного сетевого оборудования	18–24	30–55
При отсутствии в помещении кроссовой активного сетевого оборудования	10–35	Не выше 85

3.3.4. Общие требования к конструкции и оборудованию кроссовых

Наиболее оптимальной формой кроссовой является квадратная или близкая к ней. Минимальная длина короткой стены по нормам (табл. 3.4) составляет 2,2 м. Далее (см. раздел 5.2.4) будет показано, что в СКС часто применяются шкафы глубиной и/или шириной 800 мм. Для обеспечения возможности центрального расположения шкафов и соблюдения требуемой ширины проходов в соответствии с положениями стандарта ANSI/NECA/BICSI 568-2001 рекомендуется выбирать размеры технического помещения не менее 3,0×2,4 м. В помещениях меньшего размера перед выбором окончательного проектного решения целесообразно рассмотреть возможность размещения активного и пассивного сетевого оборудования и панелей коммутационного поля СКС в шкафах меньших габаритов, в открытых стойках или с использованием схемы настенного монтажа и открытого расположения активного оборудования с корпусами большой глубины (серверы, ИБП и т.д.).

Высота помещения должна быть не менее 2,5 м. Конструкция и материал стен выбираются с учетом возможности их обшивки металлическими экранирующими панелями и крепления к ним аппаратуры различного назначения в соответствии с правилами раздела 3.2.6.

В том случае, если каналы стояка проходят непосредственно через помещение кроссовой, в нем не должно быть фальшпотолка и фальшпола, а дверь следует располагать на смежной со стояком стене. Остальные требования к двери и к дверному проему кроссовых идентичны тем же требованиям для аппаратных.

Кроссовая обязательно оборудуется системами:

- пожарной и охранной сигнализации;
- вентиляции и освещения, которые обеспечивают выполнение требований стандартов, изложенных в разделе 3.3.3;
- по крайней мере, защитного и желательно телекоммуникационного заземления.

В кроссовой желательно наличие информационной розетки, непосредственно или через кросс подключенной к УПАТС. Требования к системе электропитания кроссовых идентичны тем же требованиям для аппаратных. При необходимости кроссовые могут быть дополнительно оборудованы различными системами сигнализации, пожаротушения, кондиционирования и аварийного освещения.

3.3.5. Прочие варианты строительной реализации коммутационных узлов

Наряду с техническими помещениями в классическом понимании этого термина нормативные документы допускают также размещение коммутационного оборудования СКС и активных сетевых устройств другими способами. Так, в частности, BICSI рекомендует использовать ниши и отдельно расположенные шкафы при небольшой обслуживаемой площади (табл. 3.6). Кроме того, на практике достаточно часто встречаются решения, которые не описаны в стандартах и фирменных руководствах, однако по комплексу своих параметров создают нормальные условия для эксплуатации сетевых приборов различного назначения и оборудования СКС. Правила и принципы организации данных объектов рассматриваются ниже.

Таблица 3.6. Способы размещения коммутационного оборудования для небольших офисов по TIA/EIA-569-A

Обслуживаемая площадь, м²	Способ размещения
< 500	Ниша
< 100	Встроенный или настенный шкаф

3.3.5.1. Ниши для установки коммутационного и сетевого оборудования

Ниши, чуланы или небольшие выгородки (рис. 3.3) для установки коммутационного оборудования СКС и сетевых приборов различного назначения могут рассматриваться как специальный вариант реализации технического помещения

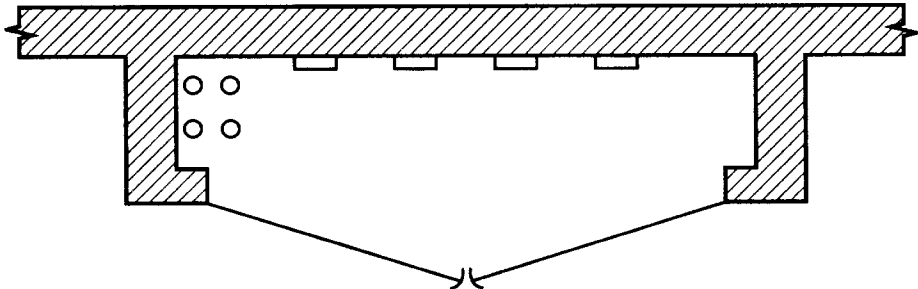


Рис. 3.3. Ниша для установки коммутационного и сетевого оборудования

в упрощенной форме. Данная разновидность строительного объекта ориентирована в первую очередь на обслуживание рабочих помещений с небольшой суммарной общей площадью не выше 500 м² согласно табл. 3.6, когда выделение полномасштабного технического помещения нецелесообразно или невозможно по тем или иным причинам.

Стандарт EIA/TIA-569-A регламентирует применение рассматриваемых строительных сооружений двух разновидностей, которые условно можно назвать нормальной и мелкой нишами. Основные геометрические параметры этих объектов приведены в табл. 3.7. Оборудование СКС и сетевые приборы, устанавливаемые в нишах, из-за относительно небольшой ширины или глубины последних принципиально монтируются на дальней стене. Через ниши могут проходить также каналы вертикальных стояков. В этом случае функциональная гибкость решения на их основе существенно возрастает.

Таблица 3.7. Параметры ниш для установки оборудования СКС по TIA/EIA-569-A

Параметр	Вид ниши	
	Нормальная	Мелкая
Глубина, мм	Не менее 1300	Не менее 600
Ширина, мм	1300	2600

Защита сетевых приборов и оборудования СКС от несанкционированного доступа обеспечивается закрываемой на замок дверью. Для увеличения удобства обслуживания оборудования, монтируемого в нише, стандартом допускается установка в них двухстворчатых дверей.

При использовании мелких ниш необходимо очень тщательно контролировать принципы и решения по размещению в них активного сетевого оборудования различного назначения, корпуса которого часто отличаются значительной глубиной.

3.3.5.2. Открытая и закрытая установка шкафов

Открытая и закрытая установка монтажных шкафов вне технических помещений в явном виде предусматривается действующими редакциями стандартов при обслуживаемой рабочей площади не выше 100 м² (табл. 3.6). При этом стандарт разрешает устанавливать шкаф только в настенном или встроенном вариантах. Установка напольных шкафов в случае превышения этого значения осуществляется у нас достаточно часто в тех ситуациях, когда выделение специальных технических помещений нижнего уровня не представляется возможным при дополнительном условии относительно небольшой обслуживаемой площади рабочих помещений. Хорошим критерием целесообразности применения этого решения является возможность монтажа всего оборудования в одном шкафу, то есть (см. раздел 5.2.3) при числе обслуживаемых рабочих мест не выше 100–120. Это практикуется обычно в зданиях, законченных до начала массовой индустриальной застройки середины 60-х годов. Для таких зданий характерны широкие коридоры

с большим или меньшим количеством поворотов, во внутреннем углу которых размещается шкаф (рис. 3.4б). За счет угловой установки обычно удается выдержать требуемую различными нормами ширину прохода (согласно СНиП 2.09.04-87 [37], пункт 1.18 ширина коридора должна составлять не менее 1,4 м, а по СНиП 21-01-97, пункт 6.16 ширина в свету свободного пространства в так называемых эвакуационных выходах выбирается равной не менее 1,2 м для помещений класса Ф1 и 1,0 м во всех остальных случаях). Из-за принципиально ограниченной защищенности от доступа посторонних лиц данный вариант организации коммутационных узлов СКС может быть рекомендован только для предприятий и организаций с пропускным режимом или в зонах с ограниченным доступом.

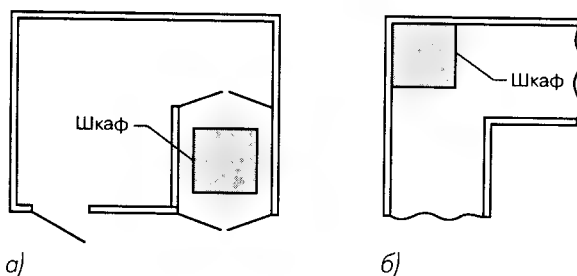


Рис. 3.4. Варианты установки шкафов вне технических помещений:

а) установка шкафов в закрытых отсеках рабочих помещений;

б) открытая установка шкафов в коридорах

Принципиальным недостатком открытой установки шкафов в рассматриваемом варианте является возможность доступа к смонтированному в нем оборудованию только с двух сторон. Это сопровождается заметным ухудшением удобства обслуживания при использовании вариантов конструктивов без откидных или выдвигаемых монтажных рельсов.

Закрытая установка шкафов осуществляется, как правило, в рабочих помещениях пользователей достаточно большой площади при коридорной системе планировки здания. При реализации этой схемы в помещении рядом с входной дверью устанавливается выгородка (рис. 3.4а), которая формирует небольшой закрытый отсек, причем ее внешняя отделка полностью соответствует дизайну остальной части комнаты. В задней стенке отсека и в стене помещения оборудуются двери, через которые осуществляется доступ к передней и задней дверям шкафа.

При принятии решения о применении закрытой схемы установки шкафов еще на этапе проработки архитектурного проекта здания не исключен вариант прокладки каналов стояков для телекоммуникационных кабелей непосредственно через нишу, образуемую выгородкой. В этой ситуации закрытая схема отличается от рекомендуемой стандартом ЕΙΑ/ТІА-569 ниши, по сути, только применением шкафного метода монтажа оборудования и наличием двухстороннего доступа, обеспечиваемого наличием задней двери.

Использование схем установки, рассматриваемых в данном разделе, имеет то преимущество, что позволяет применять во всем здании однотипные монтажные конструктивы.

Опыт реализации проектов показывает, что вне технических помещений по открытой схеме чаще всего устанавливаются настенные шкафы, закрытая установка более характерна для напольных шкафов.

3.4. Размещение оборудования в технических помещениях

3.4.1. Схемы размещения оборудования

В процессе выполнения проектных работ в обязательном порядке осуществляется разработка плана размещения оборудования во всех технических помещениях.

Коммутационное оборудование СКС и активные сетевые устройства могут быть смонтированы тремя основными способами:

- на стене помещения с использованием штатных монтажных элементов (скоб, ножек, оснований кроссовых башен и т.д.) самих коммутационных панелей и прочих изделий или неглубоких монтажных конструктивов типа рам;
- в 19-дюймовом монтажном конструктиве стандартной глубины, функции которого на практике наиболее часто выполняет монтажный шкаф;
- по смешанному варианту монтажа.

На выбор того или иного способа размещения оборудования существенное влияние наряду с количеством рабочих мест, обслуживаемых данным техническим помещением, оказывает его назначение (кроссовая этажа или здания, аппаратная). Общая характеристика способов размещения приводится в табл. 3.8.

Таблица 3.8. Общая характеристика способов размещения оборудования

Способ размещения	Число обслуживаемых рабочих мест	Способ коммутации
На стене технического помещения	≤ 24	Коммутационное подключение, существенно реже коммутационное соединение
В 19-дюймовом конструктиве:		
1 конструктив	≤ 120	Коммутационное соединение
2 конструктива	100 - 300	Коммутационное подключение
Смешанный вариант	> 30	Коммутационное подключение Связь между кроссами

Размещение оборудования на стене является типовым решением для ниш и может быть использовано также для кроссовых небольших размеров. На основании соображений, приведенных в разделе 3.3.4, такой принцип организации коммутационного поля должен обязательно рассматриваться как один из возможных при

размерах помещения кроссовой менее 3,0×2,4 м. Основными преимуществами данного варианта являются:

- наивысшая из всех возможных вариантов монтажа результирующая плотность портов коммутационного поля (для размещения коммутационного поля на базе оборудования типа 110 общим объемом 600 пар согласно нормам фирмы Molex достаточно площади 90×60 см);
- возможность некоторого снижения стоимости кабельной системы за счет отсутствия монтажного конструктива и расходов на его сборку;
- легкость расширения кабельной системы на уровне оборудования технического помещения, поскольку эта процедура сводится к простому добавлению определенного количества рядов и/или колонн коммутационных панелей того или иного вида (если только такая возможность предусмотрена еще на архитектурной стадии проектирования).

Опыт показывает, что применение схемы монтажа оборудования на стене наиболее целесообразно при числе обслуживаемых рабочих мест не выше 24. В этом случае коммутационные панели, организаторы и прочие аксессуары монтируются на стене непосредственно или с помощью конструктива типа настенной рамы с использованием штатных или дополнительных крепежных элементов. Для установки сетевых устройств применяются столы, настенные полки или специальные кронштейны. Рассматриваемый способ является наиболее экономичным по стоимости и занимаемому пространству. Его главным недостатком является низкий уровень защиты активного и пассивного оборудования от случайных механических повреждений и несанкционированного доступа. Основной областью применения метода монтажа на стене на практике являются небольшие офисы.

При размещении оборудования на стене активные сетевые устройства могут подключаться к кабельной системе как коммутационным подключением, если расстояние между коммутационным и активным оборудованием позволяет подобрать подходящие коммутационные шнуры, так и коммутационным соединением. Из соображений минимизации общей стоимости решения с учетом небольшого количества портов и соответственно малых габаритов панелей коммутационного поля в подавляющем большинстве случаев на практике реализуется метод коммутационного подключения (*interconnect*).

Использование *монтажных конструктивов* (типа шкафов и открытых стоек) обеспечивает компактное удобное оборудования практически любого назначения. Применение монтажных шкафов дополнительно гарантирует его защиту от несанкционированного доступа, эффективное подавление внешних электромагнитных помех (в случае применения металлической передней двери), а также удобство эксплуатационного обслуживания. Методика оценки емкости монтажных шкафов и функционально аналогичного ему оборудования приводится в разделе 5.2.3.

В монтажных шкафах монтируются панели СКС и активное сетевое оборудование, нередко обслуживающее несколько сотен рабочих мест. Исходя из этого,

для части сетевого оборудования возможно применение подключения к кабельной системе методом коммутационного соединения (cross-connect).

Смешанный вариант монтажа, как это следует из самого названия метода, характеризуется тем, что часть оборудования информационно-вычислительной системы, относящаяся преимущественно к СКС, монтируется на стене, в то время как оставшаяся часть устанавливается в монтажный конструктив. Данный метод применим для любых количеств обслуживаемых рабочих мест, а при количестве рабочих мест выше 250, то есть главным образом в системах с централизованным администрированием и в аппаратных крупных СКС, он является предпочтительным. При создании СКС с централизованным администрированием все коммутационные панели стараются по возможности разместить на стене, оставляя в шкафах только активные сетевые приборы. Наличие значительного свободного пространства вокруг коммутационного оборудования, характерного для смешанного варианта монтажа, создает удобство работы с большим количеством шнуровых изделий различного назначения, а монтаж активных сетевых приборов в закрытом монтажном шкафу обеспечивает надежную защиту от несанкционированного доступа к наиболее ценному оборудованию, компактное размещение и удобство обслуживания устройств различного назначения.

Еще одной областью применения смешанного варианта монтажа являются аппаратные больших СКС. Это объясняется тем, что данное техническое помещение редко используется по прямому назначению в чистом виде. В него, кроме электрических и волоконно-оптических магистральных кабелей для подключения к городской телефонной станции и к другим телекоммуникационным операторам, заводятся также горизонтальные кабели близлежащих рабочих мест. Это приводит к необходимости установки дополнительного коммутационного оборудования, количество которого определяется масштабами всей СКС в целом и принятой схемой организации как кабельной проводки, так и информационной системы в целом.

В случае аппаратной панели электрических магистральных кабелей для обеспечения работы телефонной станции (в основном, кроссовые панели типа 110 в варианте кроссовых башен или кроссовых блоков с ножками) крепятся преимущественно на стене помещения. Активное оборудование, панели магистральных оптических кабелей и панели горизонтальных кабелей, которые заводятся в данное техническое помещение, размещаются в 19-дюймовом монтажном конструктиве (шкафы или открытые стойки).

При смешанном варианте монтажа для подключения сетевого оборудования к кабельной системе рекомендуется использовать схему коммутационного подключения. При большом количестве рабочих мест для обслуживания работы низкоскоростных приложений не исключается возможность использования связи между кроссами.

На окончательный выбор того или иного способа размещения оборудования наряду с количеством обслуживаемых рабочих мест в значительной степени влияют также следующие факторы:

- высота помещения;
- расположение, количество и конструктивные особенности точек вводов этажных и магистральных кабельных каналов в технические помещения;
- места расположения вводов вентиляционной системы и системы кондиционирования;
- места размещения силовых розеток для питания сетевого оборудования;
- удобство обслуживания оборудования и перемещения персонала по помещению;
- местные особенности системы освещения;
- возможные строительные ограничения (нависающие балки, капитальные несущие конструкции, ограничение нагрузки на конкретные точки междуэтажного перекрытия и т.д.);
- перспективы изменения планировки помещения в связи с расширением его площади.

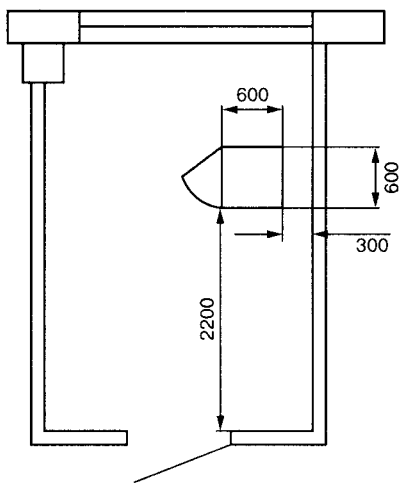


Рис. 3.5. Пример плана расположения монтажного оборудования в техническом помещении

Принятое решение о способе формирования коммутационного поля СКС и размещения оборудования в каждом из помещений кроссовых обязательно фиксируется в технической документации проекта в графическом виде и включается в состав основных комплектов рабочих чертежей. Первый чертеж показывает вид на помещение сверху (пример приведен на рис. 3.5), второй чертеж представляет собой схему размещения оборудования в 19-дюймовых монтажных конструктивах или на стене.

Подготовленные планы должны войти в состав технического проекта. В процессе выполнения расчетов количества коммутационного оборудования или на этапе разработки рабочей документации эти планы могут быть скорректированы в большем или меньшем объеме.

3.4.2. Выбор типа монтажного конструктива

В технике СКС находит применение достаточно большое количество разновидностей монтажных конструктивов как по их исполнению, так и по габаритным размерам. Не вдаваясь здесь в анализ технических особенностей и вариантов конструктивного исполнения этих изделий, которые достаточно подробно рассмотрены в монографии [97], отметим, что в основной своей массе при реализации структурированных кабельных систем в помещениях кроссовых или функционально аналогичных им объектах устанавливаются открытые стойки (монтажные

рамы в случае настенного варианта конструктива) или шкафы. Открытые стойки и их настенные функциональные аналоги применяются в тех случаях, когда:

- активное сетевое оборудование, устанавливаемое в монтажном конструктиве, выдвигает повышенные требования по интенсивности охлаждения из-за значительной потребляемой мощности;
- требуемый уровень по ограничению доступа посторонних лиц к активному сетевому оборудованию и коммутационному оборудованию СКС обеспечен за счет соответствующей организации процедуры доступа в технические помещения;
- само техническое помещение имеет предельно малые габариты на уровне нижней границы, допустимой по правилам соответствующих нормативно-технических документов;
- система вентиляции и очистки воздуха обеспечивает содержание пыли, существенно меньшее даже по сравнению с нормами;
- заказчик выдвигает особо жесткие требования по дешевизне решения, зачастую даже в ущерб удобству обслуживания оборудования СКС и активных устройств различного назначения и эксплуатационной надежности.

Во всех прочих случаях настоятельно рекомендуется использовать в проектах 19-дюймовые полностью закрытые монтажные шкафы. Применение данной разновидности монтажных конструктивов обеспечивает:

- физическую защиту смонтированного в них оборудования;
- снижение (иногда значительное) уровня электромагнитного излучения;
- защиту оборудования от пыли и прочих загрязнений.

Известно, что шкафы могут оборудоваться стеклянной или металлической передней дверью. Металлические двери имеют несколько меньшую стоимость, однако, из-за невозможности визуального контроля индикаторов активного сетевого оборудования и заметно худших эстетических показателей должны устанавливаться только в случае выдвижения особых требований по обеспечению защиты по классу IP или защиты от НСД. Еще одной возможной ситуацией необходимости использования шкафов с металлической дверью является эксплуатация коммутационного оборудования и сетевых устройств в помещениях с высоким уровнем электромагнитного излучения, превышающим пороговые значения, указанные в разделах 3.2.3 и 3.3.3.

В соответствии с действующей классификацией монтажного оборудования шкафы и их функциональные аналоги делятся на напольные и настенные. Максимальная высота настенного конструктива у подавляющего большинства производителей составляет обычно 15 U. Из-за сравнительного небольшого количества стандартных 2-портовых рабочих мест, которые может обслуживать коммутационное оборудование, установленное в таком шкафу, проектировщик СКС, как правило, стремится увеличить плотность портов до максимума, и коммутационное поле обычно организуется по схеме коммутационного подключения (interconnect). Поэтому на основании расчетных соотношений табл. 5.7 применение настенных

шкафов целесообразно только при создании структурированной кабельной проводки, которая обеспечивает работу порядка 40 рабочих мест.

Получившее достаточно большую популярность в самом конце 90-х годов оборудование класса SOHO в обязательном порядке включает в свой состав монтажный конструктив, реализованный в большинстве случаев в виде шкафчика высотой 6–10 U и шириной крепежного поля 10 или 9,5 дюймов. При построении кабельной проводки общественного здания такой конструктив может быть применен в случае построения СКС в небольших офисах или для обслуживания небольшой выделенной рабочей группы. При принятии решения об использовании данной разновидности монтажного конструктива следует руководствоваться техническими данными предприятия-изготовителя в отношении его емкости. В случае отсутствия этой информации в качестве хорошей оценки можно принять, что один конструктив класса SOHO позволяет установить коммутационное оборудование для создания СКС на 10–12 стандартных 2-портовых рабочих мест.

3.5. Кабельные каналы различных видов и их емкость

3.5.1. Общие положения и классификация

Кабельные каналы в различных формах их конструктивного исполнения применяются в тех случаях, когда:

- возникает необходимость обеспечения защиты отдельного кабеля или их совокупности от механических и прочих воздействий окружающей среды;
- требуется добиться высоких эстетических параметров помещений различного назначения и в первую очередь помещений для размещения персонала;
- согласно действующим нормам и правилам должна быть обеспечена защита кабелей от прямого доступа к ним неуполномоченного персонала и посторонних лиц.

Основные требования, предъявляемые к любому кабельному каналу вне зависимости от разновидности его реализации, заключаются в следующем:

- кабельный канал должен быть прочным и долговечным, а также экономичным по капитальным и эксплуатационным расходам;
- кабельные каналы, используемые для построения трасс подсистемы внешних магистралей, должны быть водонепроницаемыми;
- конструкция кабельных каналов должна обеспечивать в них усилия протяжки, которые соответствуют требуемому значению этого параметра для кабелей, прокладываемых по этим каналам (например, для горизонтальных кабелей максимальное усилие прокладки не должно превышать 110 Н);
- строительные решения, применяемые при создании кабельных каналов, должны обеспечивать удобство производства различных кабельных работ;

- кабельные каналы должны изготавливаться из недефицитных материалов и не оказывать вредного влияния на кабели и окружающую среду.

Вне зависимости от разновидностей конкретного конструктивного исполнения кабельных трасс «канального типа» всю их совокупность в общем случае можно классифицировать на:

- каналы на основе труб, имеющих круглое или прямоугольное поперечное сечение и рассчитанных на прокладку кабелей с использованием технологии заготовки каналов. Данный вид каналов делится, в свою очередь, на две основные разновидности: с горизонтальной и вертикальной установкой;
- каналы с прямоугольным поперечным сечением и съемными крышками, которые устанавливаются главным образом горизонтально с небольшим количеством вертикальных участков, в основном в местах перехода на разные уровни;
- каналы с прямоугольным поперечным сечением без крышки;
- каналы для прокладки кабельных жгутов.

3.5.2. Емкость каналов различных типов

В процессе проектирования кабельных трасс особое значение приобретает оценка емкости их каналов, которая естественным образом определяется как конструктивными особенностями каналов, так и типом и количеством прокладываемых кабелей.

3.5.2.1. Идеальные каналы

Максимальное теоретическое количество кабелей одного типа, которое может быть уложено в конкретном кабельном канале, достигается в случае так называемой гексагональной укладки. Свое название этот вид укладки получил из-за того, что любой кабель из внутреннего слоя соприкасается с шестью другими (рис. 3.6). На практике этого невозможно достичь по нескольким причинам. Во-первых, кабель, уложенный в канал тем или иным способом, не является идеальным прямым стержнем. Во-вторых, наличие стяжек, отводов и неизбежных в реальных каналах отклонений в определенных пределах снижает плотность упаковки кабельных изделий. Вся совокупность указанных факторов носит статистический характер, и в процессе выполнения практических расчетов ее удобно учитывать с помощью интегрального параметра, которым является коэффициент k_i использования площади канала конкретного вида. По определению коэффициент использования равен отношению суммарной площади S_i поперечного сечения отдельных кабелей, которые находятся в канале, к общей площади $S_{\text{кан}}$ поперечного сечения канала конкретного типа, то есть $k_i = \Sigma S_i / S_{\text{кан}}$. Существенно реже коэффициент использования определяется как $k_i = \Sigma d_j^2 / S_{\text{кан}}$, где d_j – диаметр j -го кабеля, то есть отличается от предыдущего случая на величину постоянного множителя. Применение вместо πd_j^2 величины d_j^2 , называемой используемым

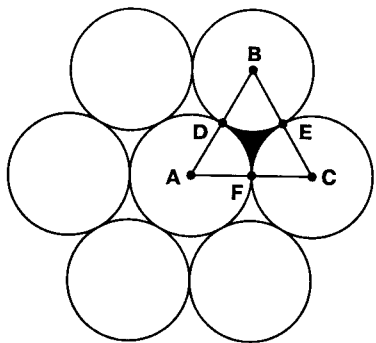


Рис. 3.6. К определению коэффициента использования площади кабельного канала при гексагональной укладке

сечением, может быть обосновано некоторым упрощением процедуры выполнения расчетов [38].

Сначала рассмотрим два идеализированных случая, каждый из которых соответствует определенной разновидности кабелей, применяемых при построении СКС.

В первом случае рассмотрим круглые в сечении кабели. Известно, что наиболее экономичная площадь поперечного сечения кабельного канала используется при так называемой гексагональной укладке, то есть когда каждый кабель, который в данном случае представляется идеально ровным прямолинейным стержнем диаметром D , касается шести других. Общую площадь, занимаемую в канале таким кабелем, определим как площадь поперечного сечения стержня плюс суммарную площадь относящихся к нему частей криволинейных треугольников (отмечены заливкой на рис. 3.6). Кабель в соответствии со сделанными предположениями имеет площадь $S_1 = \pi D^2/4$. Площадь Δ одного криволинейного треугольника DEF делится на три части, каждая из которых условно относится к одной из образующих его окружностей. Всего таких треугольников, соответствующих любому кабелю в рассматриваемом случае, будет шесть. Таким образом, коэффициент использования гексагональной структуры составит:

$$k_i = \frac{1}{1 + \frac{12D}{\pi D^2}}. \quad (3.1)$$

Вычисление Δ является элементарной геометрической задачей и находится как разность между площадью равностороннего треугольника ABC со стороной D и утроенной площадью 60-градусного сектора окружности диаметром D :

$$\frac{D^2 \sin \pi/3}{2} - 3 \frac{\pi D^2}{4} \times \frac{1}{6} = D^2 \left(\frac{\sqrt{3}}{4} - \frac{\pi}{8} \right). \quad (3.2)$$

Подстановка величины формулы 3.2 в формулу 3.1 дает

$$k_i = \frac{\pi}{2\sqrt{3}} = 0,907. \quad (3.3)$$

На практике ограниченное применение находят также кабели с так называемой четверочной скруткой. Для определения коэффициента использования для этих конструкций воспользуемся моделью, изображенной на эскизе рис. 3.7, согласно которой поперечное сечение такого кабеля представляется в виде двух полуокружностей

с находящимся между ними прямоугольником высотой D и длиной kD , где $k = L/D$, L – ширина кабеля в поперечном сечении. Из данных, приведенных в табл. 3.9, следует, что среднее значение k составляет 1,54. Аналогично круглым кабелям для кабелей с четверочной скруткой также может быть составлена близкая к гексагональной структура. Геометрические расчеты показывают, что коэффициент использования в этом случае будет равен

$$k_i = \frac{\pi + 4k}{2\sqrt{3} + 4k} = 0,942,$$

то есть на 2,5% превышает аналогичный параметр для классической гексагональной структуры.

Таблица 3.9. Геометрические параметры поперечного сечения функционально аналогичных горизонтальных кабелей с парной и четверочной скруткой, выпускаемых некоторыми европейскими производителями

Компания	Диаметр круглого кабеля, мм	Кабель с четверочной скруткой		Разница в площади, %
		Габаритные размеры, мм	Отношение ширины к диаметру	
Nexans	7	5,4×8	1,48	12
INFRA+	5,9	4,75×6,65	1,4	9
NKT cables	7,8	5,6×9	1,61	9,4
VOKA	8,7	6×10	1,66	13

Данные табл. 3.9 показывают, что кабели с четверочной скруткой за счет большей плотности структуры своего сердечника имеют также заметно меньшую общую площадь поперечного сечения. Таким образом, результирующая теоретическая эффективность использования площади поперечного сечения канала кабелями с четверочной скруткой оказывается примерно на 14,1% выше по сравнению с традиционными кабелями с парной скруткой. Практическое применение данного свойства рекомендуется некоторыми авторами [39] при недостаточной емкости декоративных кабельных каналов. Тем не менее использовать преимущество большей плотности конструкции кабелей с четверочной скруткой в реальных проектах в полной мере достаточно проблематично, в первую очередь, по причине несимметричной формы этой разновидности кабельной продукции. Кроме того, из-за сложностей установки розеточных модулей разъемов производство кабелей с четверочной скруткой поддерживается достаточно ограниченным кругом, главным образом европейскими производителями СКС и кабельных заводов. Поэтому с учетом характерного для

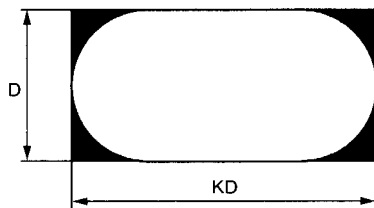


Рис. 3.7. К определению коэффициента использования площади кабельного канала кабелями с четверочной скруткой

отечественного рынка заметного тяготения к американским решениям и принципам построения кабельных систем конструкции с четверочной скруткой не являются в Российской Федерации продукцией складского хранения, могут быть поставлены только под заказ и в дальнейшем из рассмотрения исключаются.

3.5.2.2. Реальные каналы

Общий список-классификация кабельных каналов, используемых в практике построения СКС, был приведен в разделе 3.5.1. Рассмотрим более подробно отдельные разновидности этих каналов с точки зрения обеспечиваемой ими потенциальной емкости.

Каналы на основе труб с различным, в подавляющем большинстве случаев круглым поперечным сечением встречаются на практике в форме кабельной канализации, трубной разводки в полу, в виде стояков из трубчатых элементов и закладных труб различного назначения в месте ввода в рабочее помещение. Конкретные варианты и особенности их конструктивного исполнения рассматриваются далее в разделах 3.6.2–3.6.6, а также в разделе 3.7.

При определении размеров труб и их количества следует различать случаи вертикальных и горизонтальных каналов. Для каналов с горизонтальной ориентацией можно руководствоваться следующим основным правилом: кабели различных видов для обеспечения возможности индивидуальной прокладки могут в общем случае заполнять не более чем 25% от площади поперечного сечения трубы «в свету». Для быстрой оценки необходимого для работы размера трубы в зависимости от внешнего диаметра кабеля и их количества можно руководствоваться также информацией, приведенной в табл. 3.23.

Особенностью использования каналов с вертикальной ориентацией является то, что кабельные изделия в подавляющем большинстве случаев прокладываются сверху вниз и в процессе выполнения этой операции дополнительно распрямляются под действием собственного веса. Это свойство облегчает прокладку через канал дополнительных кабелей. Кроме того, степень заполнения канала (коэффициент использования площади) при небольшом количестве кабелей, как свидетельствуют данные табл. 3.23, в достаточно широких пределах зависит от их числа. Так, скажем, в наиболее неблагоприятном с точки зрения заполнения канала случае двумя кабелями коэффициент использования составляет всего 31%. Для наиболее часто встречающегося на практике случая использования вертикального трубчатого канала для прокладки трех или более кабелей коэффициент использования принимается равным 40%.

Так называемые *субканалы* представляют собой трубы, укладываемые внутри другого, главным образом горизонтального, элемента канального типа. Они ориентированы в первую очередь для прокладки в них одного кабеля. Этот вид кабельных каналов используется в тех случаях, когда необходимо обеспечить дополнительную механическую и/или климатическую защиту кабельной продукции от различных влияющих факторов окружающей среды. Достаточно часто их применение позволяет существенно ускорить процесс прокладки или замены линейных

кабелей. Коэффициент использования площади поперечного сечения субканалов трубчатого типа не должен превышать 0,5 [40], то есть внутренний диаметр трубки субканала должен превышать внешний диаметр прокладываемого в него кабеля минимум в 1,5 раза.

Каналы со съёмными или откидными крышками в основной своей массе имеют прямоугольное поперечное сечение и применительно к СКС реализуются в виде декоративных настенных коробов (англ. – perimeter raceway). Несколько реже на практике встречается исполнение этих элементов в форме закрытых лотков, устанавливаемых за подвесным потолком. Упомянутые далее в разделе 3.8.2 так называемые открытые подпольные каналы в нашей стране практически не используются. Наличие у данных каналов крышки позволяет обеспечить достаточно эффективную защиту проложенных в них кабелей от механических повреждений.

При определении габаритных размеров каналов рассматриваемой разновидности можно руководствоваться следующим правилом: коэффициент использования площади кабелями связи в канале со съёмной или откидной крышкой при условии максимального его заполнения составляет примерно 0,5. Из отечественных директивных документов можно сослаться на практически эквивалентную норму ПУЭ, пункт 2.1.61, которая сформулирована следующим образом: сумма сечений проводов и кабелей, рассчитанных по их наружным диаметрам, не должна превышать для коробов с откидными крышками величины 40%.

Каналы без штатных крышек по определению (ПУЭ, пункт 2.1.11) являются открытой конструкцией. Они выполняются главным образом в форме лотков различной конструкции (сплошных, лестничных, сетчатых, перфорированных) и должны изготавливаться из негорючих материалов. В отличие от коробов лотки не обеспечивают защиту проложенных в них кабелей от механических повреждений в результате внешних воздействий.

Из-за плохих эстетических показателей каналы этой разновидности применяются в основном за фальшпотолком, а также в технических помещениях и коридорах с ограниченным доступом посторонних лиц. Кабели в лотках удерживаются на своих штатных местах зачастую только под действием собственного веса (особенно верхние в слоях). Поэтому каналы данной разновидности имеют наименьший коэффициент использования площади поперечного сечения среди известных конструкций равный 0,1. Для увеличения эффективности использования площади применяется крепление стяжками кабелей друг к другу (жгутование) и/или непосредственно к лотку, а также переход на конструкцию со съёмными или откидными крышками.

Прокладка кабелей в виде жгутов характерна в первую очередь для шкафов, настенных рам и других аналогичных конструктивов, монтируемых в технических помещениях и предназначенных для установки коммутационного и активного сетевого оборудования. Экспериментальные данные, полученные автором и приведенные на рис. 3.8, свидетельствуют о том, что из-за высокой плотности укладки кабелей в жгуте, обеспечиваемой стяжками и фиксирующими лентами,

коэффициент использования площади образуемой за счет этого структуры с точностью до ошибки измерений не зависит от диаметра кабеля и составляет в среднем 68 %.

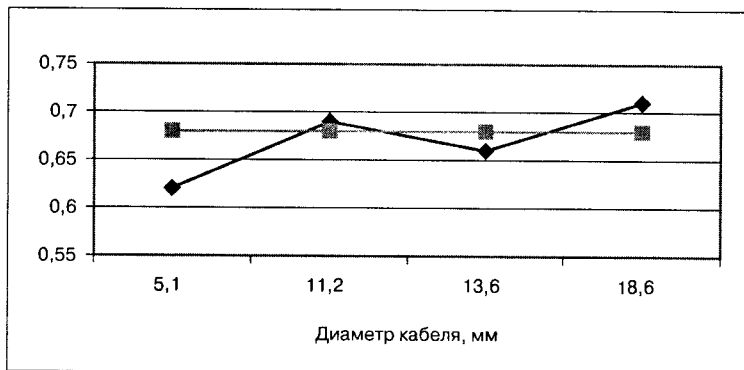


Рис. 3.8. Экспериментальная зависимость коэффициента использования площади кабельного жгута от диаметра образующих его кабелей

Все приведенные выше значения сведены в обобщающую табл. 3.10 и широко используются при дальнейших расчетах. Их сравнение с данными раздела 3.5.2.1 показывает, что в реальных проектах удастся использовать до 50–60% потенциальной теоретической емкости каналов кабельных трасс с полным соблюдением условий нормальной эксплуатации.

Таблица 3.10. Значения коэффициента использования площади кабельных каналов различных видов

Тип кабельного канала	Коэффициент использования площади
Каналы трубчатого типа горизонтальные	0,25
Горизонтальные кабельные субканалы (для одного кабеля)	0,5
Каналы трубчатого типа вертикальные	0,31–0,6 *, предпочтительно 0,4
Каналы са съемными или откидными крышками	0,5
Каналы без крышек	0,1
Кабельные жгуты	0,68

* В зависимости от количества кабелей, см. табл. 3.23.

3.6. Кабельные трассы подсистемы внешних магистралей

3.6.1. Общие требования

Выбор типа кабельной трассы подсистемы внешних магистралей осуществляется исходя из особенностей реализуемого проекта. При этом вне зависимости от конструктивного исполнения конкретной разновидности реализации трассы необходимо придерживаться ряда простых правил, соблюдение которых на практике обычно не вызывает каких-либо серьезных затруднений:

- пересечение улицы кабельными трассами осуществляется под углом 90° к ее продольной оси; только при невозможности этого допускается отклонение от прямого угла в пределах не более 30° ;
- пересечение рельсовых путей (железнодорожных, трамвайных и прочих) должно осуществляться только под углом 90° ;
- в садах, парках и скверах разбивка трасс производится с учетом наименьших повреждений зеленых насаждений.

При выборе конструкции кабельных каналов подсистемы внешних магистралей в обязательном порядке учитываются конструктивные особенности прокладываемых по ним кабелей. Типовые данные по некоторым характеристикам электрических и оптических кабелей внешней прокладки, которые являются важными с точки зрения планирования и конструирования кабельных трасс, приводятся в табл. 3.11.

Таблица 3.11. Основные механические и эксплуатационные параметры кабелей внешней прокладки производства компании Mohawk/CDT

Тип кабеля	Емкость в волокнах или витых парах	Упрочняющее покрытие	Внешний диаметр, мм	Погонная масса, кг/км	Минимальный радиус изгиба, мм	
					Прокладка	Эксплуатация
Волоконно-оптические кабели						
M9X360	6	Гофрированная стальная лента	12,95	186	25,9	19,6
M9X362	12	Гофрированная стальная лента	16,76	251	33,5	25,1
M96402	24	Волнистая стальная лента	21,4	539	42,7	32,0
Кабели из витых пар						
M56871	4x2	Гофрированная стальная лента	5,6	42	46	23
M57656	25x2	Гофрированная стальная лента	17,8	464	144	72

3.6.2. Кабельная канализация

Волоконно-оптический и симметричный электрический кабели подсистемы внешних магистралей вне зданий прокладываются в большинстве случаев в телефонной канализации. Подземная канализация данной разновидности представляет собой совокупность трубопроводов, шахт, колодцев и иных смотровых устройств, предназначенных для прокладки (затягивания) кабелей связи в образуемые ею каналы, монтажа этих кабелей и их последующего эксплуатационного обслуживания [41]. Применение этого вида инженерных сооружений обеспечивает возможность развития сети связи без вскрытия уличных покрытий и производства земляных работ. Использование метода прокладки в кабельной канализации обеспечивает наиболее благоприятные условия эксплуатации за счет наличия эффективной защиты от внешних механических воздействий, отсутствия резких суточных и годовых изменений температуры и значительного снижения вибрационных нагрузок.

Линейную часть кабельной канализации образуют круглые трубы различного диаметра. Вторым основным элементом кабельной канализации являются колодцы, которые устанавливаются на трассе через определенные расстояния.

3.6.2.1. Линейная часть

Для изготовления труб кабельной канализации используются асбоцемент, бетон и пластмасса (полиэтилен или винипласт). В отечественной практике используются асбоцементные безнапорные трубы¹ с внутренним/внешним диаметром 100/118 мм и 150/161 мм, причем наибольшее распространение получили трубы первого типоразмера. Их длина составляет 3 или 4 метра, погонная масса равна примерно 6 кг/м. Параметры этих изделий практически полностью совпадают с теми требованиями, которые содержатся в отношении данного компонента линейных сооружений в американском стандарте EIA/TIA-569. В частности, этот документ рекомендует применять для построения кабельной канализации трубы с номинальным внутренним диаметром 100 мм.

На магистральных направлениях кабельной канализации действующими нормативными документами Министерства Российской Федерации по связи и информатизации рекомендуется применять трубы с внутренним диаметром 100 мм. На малозагруженных направлениях, в области тупиковых участков и на вводах в здания допускается использование труб (главным образом пластмассовых) диаметром 55–69 мм.

В середине 90-х годов в области создания кабельной канализации, в первую очередь на ее магистральных участках и предназначенной для прокладки в основном оптических кабелей, достаточно широкое распространение получила технология на основе защитных пластмассовых труб американской компании dura-line. Ее основу составляют трубы silicone с внутренним диаметром от 21 мм до 33 мм

¹ Применение напорных труб вполне возможно, но не рекомендуется из-за их значительной массы.

[42] и максимальной длиной не менее 1750 м с поставкой на барабанах или в бухтах. Внутренняя поверхность трубки покрыта слоем твердой смазки, которая за счет малого коэффициента трения резко уменьшает усилие протяжки и позволяет, в частности, применять для затягивания кабелей метод пневмозаготовки каналов (скорость протяжки до 15 м в минуту). Достаточно высокая сопротивляемость трубки к воздействию раздавливающих усилий дает возможность, во-первых, производить ее укладку непосредственно в грунт без применения дополнительной механической защиты и, во-вторых, прокладывать в ней кабели с облегченными упрочняющими покрытиями. В состав системы входит развитый набор аксессуаров, облегчающий формирование каналов кабельной канализации.

Альтернативным вариантом является применение поливинилхлоридных и полиэтиленовых труб финской фирмы Uponor, а также трубок из полиэтилена высокой плотности немецкой компании Rehau. По состоянию на 2002 год серийное производство подобных изделий налажено также в Российской Федерации такими предприятиями как НПО «Стройполимер», ЗАО «Пластком» и МГСС-Тверь-трубпласт [43].

Использование технологии на основе защитных пластмассовых труб дает следующие преимущества [44]:

- возможность применения кабельных изделий с облегченными защитными покрытиями и меньшим внешним диаметром, вследствие чего увеличивается номинальная строительная длина оптического кабеля при тех же размерах барабанов, уменьшаются суммарные оптические потери в сростках, в результате чего повышается надежность линии в целом;
- увеличение продолжительности строительного сезона;
- исключение повреждения оптического кабеля при прокладке;
- увеличение скорости строительства.

Канализация прокладывается на глубине от 0,4 м до 1,5 м и в случае применения для ее изготовления трубчатых элементов состоит в линейной части из отдельных блоков, герметично состыкованных между собой. Для обеспечения герметичности стыков отдельных секций используются муфты и другие решения. Основные правила стыковки асбоцементных и поливинилхлоридных трубчатых элементов между собой изображены соответственно на рис. 3.9 и рис. 3.10.

На основе кабельной канализации иногда реализуются переходы через автомобильные и железные дороги. Данный вариант является типичным в случае подключения к информационно-вычислительной сети предприятия различных контроллеров и компьютеров контрольно-пропускных постов на заводах, рабочих мест на складах и других аналогичных объектах. В соответствии с нормами РД 45.120-2000, пункт 12.3.8 в данной ситуации трубы кабельной канализации выводятся по обе стороны от подошвы насыпи на длину не менее 1 м. Для увеличения уровня защиты кабеля от раздавливающих воздействий при его укладке непосредственно в дорожное полотно иногда применяются металлические водопроводные или газовые трубы различного диаметра. Данное решение используется также

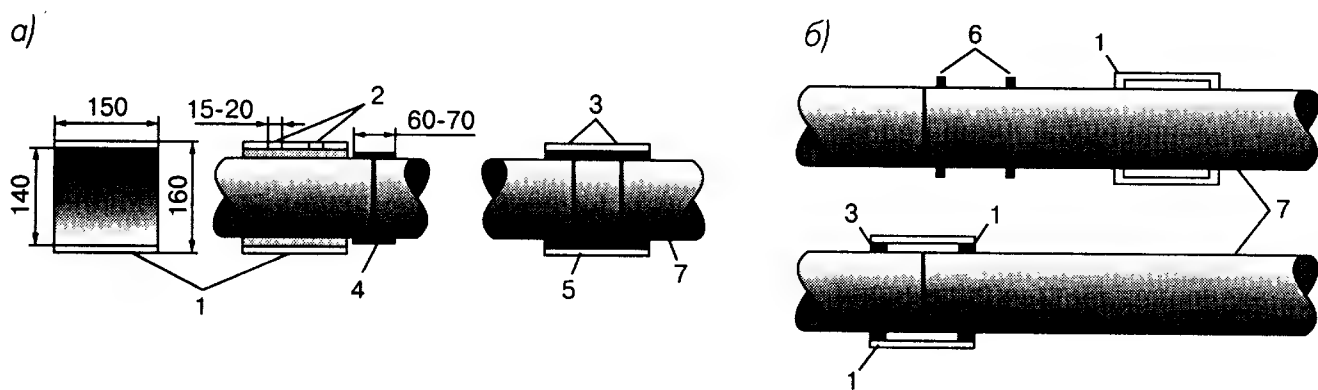


Рис. 3.9. Варианты герметичной заделки стыков асбоцементных труб с помощью муфт:
 а) с заливкой расплавленным битумным компаундом; б) с применением резиновых колец
 1 – асбоцементная труба; 2 – отверстия для заливки компаунда; 3 – смоляные пряди;
 4 – битумная смоляная лента; 5 – битумный компаунд; 6 – резиновые кольца;
 7 – асбоцементные трубы

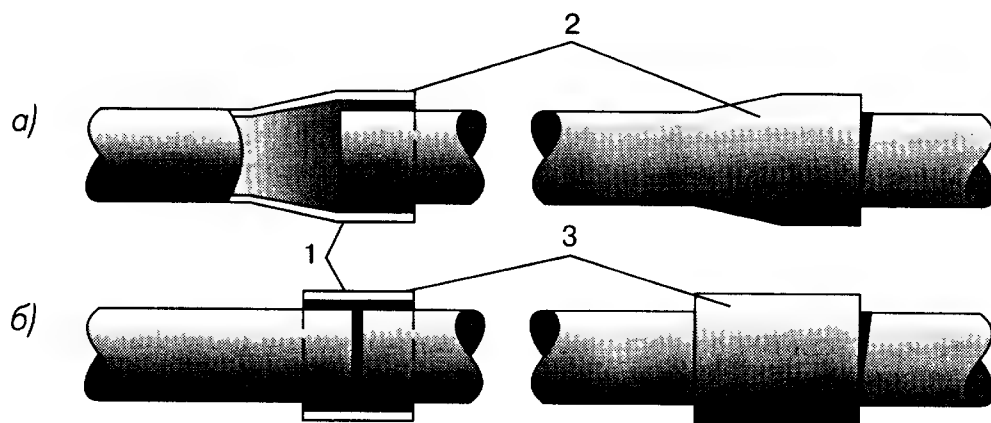


Рис. 3.10. Основные разновидности соединения поливинилхлоридных труб:
 а) раструбовое; б) муфтовое
 1 – клей; 2 – раструб; 3 – муфта

в местах вынужденного уменьшения заглубления линейной кабельной канализации и связанного с этим увеличения механических нагрузок.

Одним из основных критериев выбора глубины прокладки кабельной канализации является вертикальная нагрузка, которую трубы могут выдержать без разрушения и деформации. На проложенные трубы действуют постоянные и временные нагрузки. Постоянной нагрузкой является давление грунта засыпки траншеи и массы самих труб с затянутыми в них кабелями. Временные нагрузки создаются в первую очередь при наездах на трассу транспортных средств и обычно являются основной причиной разрушения трубопроводов. Величина нагрузок этой разновидности снижается при увеличении глубины заложения каналов. Вторым параметром, от которого зависит эксплуатационная надежность канализации, является материал, из которого изготовлены трубы. Минимальная глубина траншей

для укладки в них труб кабельной канализации определяется с учетом данных табл. 3.12. Европейский стандарт CENELEC EN-50174 дополнительно нормирует также расстояние от верха трубы любого типа до головки железнодорожного или трамвайного рельса, которое не должно быть меньше 1 м. В соответствии с отечественными нормами это расстояние составляет также 1 м, но лишь до подошвы рельса.

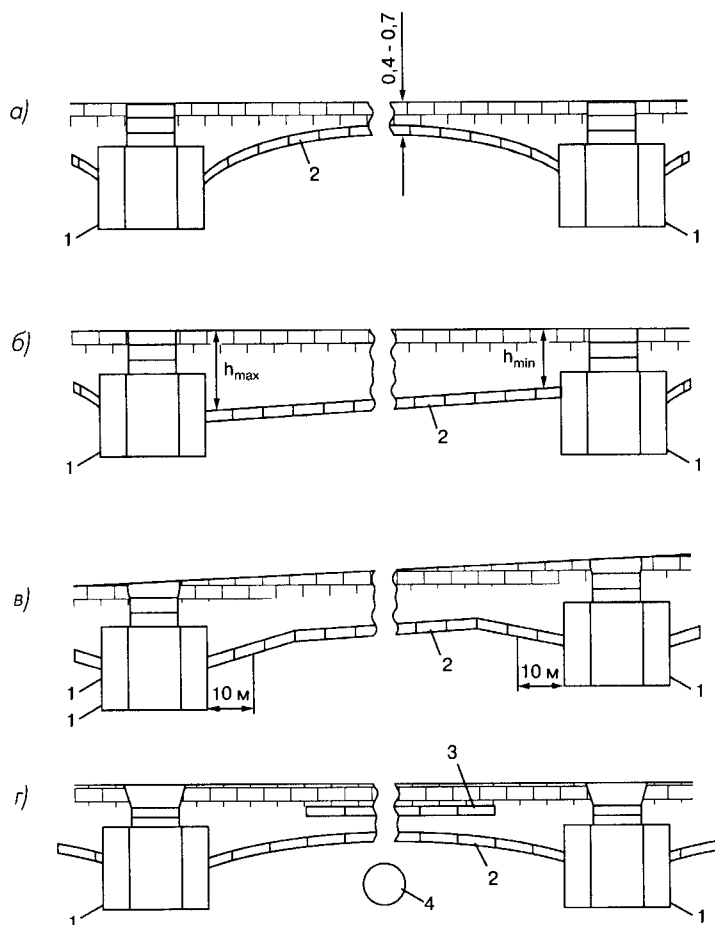


Рис. 3.11. Профили прокладки трубопроводов кабельной канализации:

а) на ровной местности; б) на местности с недостаточным естественным уклоном; в) на местности с достаточным естественным уклоном; г) с минимальным заглублением при наличии других подземных коммуникаций и защите трубопровода связи железобетонными плитам
1 – кабельный колодец; 2 – трубопровод; 3 – железобетонные плиты защиты;
4 – коммуникации другого назначения

Таблица 3.12. Минимально допустимое заглубление трубопроводов кабельной канализации связи

Типы труб	Минимальное расстояние от поверхности до верхней трубы, м	
	Под пешеходной частью	Под проезжей частью
Асбоцементная, полимерная	0,4	0,6
Бетонные	0,5	0,7
Стальные	0,2	0,4

Трасса трубопровода между двумя смежными колодцами должна быть прямой. В отдельных случаях для обхода подземных сооружений на основании отраслевых норм ОСТН-600-93, пункт 3.19 допускается отклонение направления трубопровода в горизонтальной плоскости от прямой линии по плавной кривой не более чем на 1 см на 1 м длины пролета. Трубопровод кабельной канализации согласно пункту 3.18 упомянутых выше отраслевых норм должен прокладываться с уклоном не менее 3–4 мм на 1 м длины от середины пролета в сторону колодцев, что обеспечивает сток попадающей в каналы воды и предотвращает так называемое заиливание каналов (рис. 3.11а).

На неровной местности без достаточного снижения трубопровод должен прокладываться с уклоном в одну сторону. В этом случае у одного колодца задается минимальное заглубление, а у противоположного – завышенное (рис. 3.12б). Возможен также уклон в обе стороны от места пролета с минимальным заглублением. На местности со значительным естественным уклоном трубопровод может заглубляться по всей длине пролета одинаково и лишь на подступах к колодцам ему должен придаваться уклон, обеспечивающий ввод в колодцы на заданных вертикальных отметках (рис. 3.11в).

При наличии на трассе прокладки кабельной канализации трубопроводов различного назначения (рис. 3.12), а также других коммуникаций и строений минимально допустимое сближение с ними должно соответствовать расстояниям, приведенным в табл. 3.13.

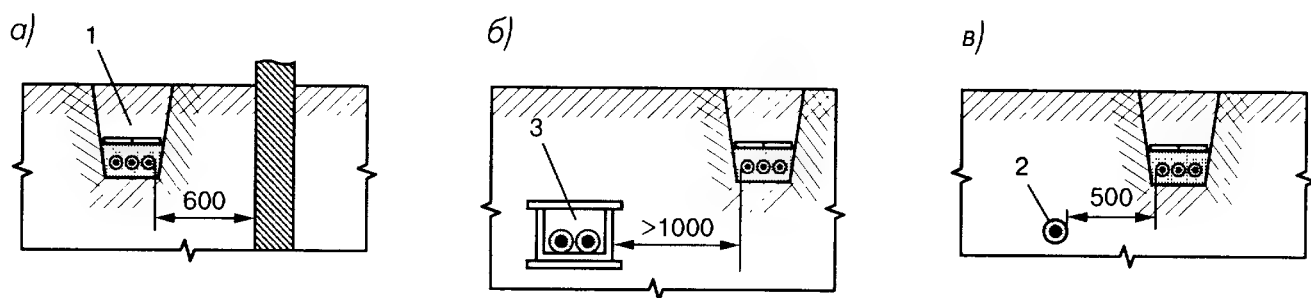


Рис. 3.12. Расстояние от кабелей связи до некоторых видов подземных сооружений:
а) до фундамента здания; б) до трубопроводов; в) до теплотрассы

Таблица 3.13. Минимальные расстояния между кабельной канализацией и другими инженерными сооружениями

Наименование сооружения	Минимальное расстояние (в свету), м	
	По горизонтали	По вертикали
Городская и дождевая канализация	0,5	0,15
Газопроводы	1–10	0,15
Водопроводы	1–0,5	0,15
Коллекторы	0,5	–
Стволы деревьев	1,5	–
Кабели силовые напряжением до 220 кВ	0,6	0,5 *
Кабели связи	0,5	0,15
Заземлители молниеотводов	25	–
Тепловые сети	1,0	–
Фундаменты зданий	0,6	–
Железнодорожные колеи	3,2	–

* Кабель связи согласно ПУЭ, пункт 2.3.86 должен проходить выше силового. В стесненных условиях указанное расстояние может быть уменьшена до 0,15 м. При этом кабели согласно ПУЭ, пункт 2.3.94 разделяются на длине участка пересечения плюс 1 м в каждую сторону плитой или трубой из бетона или иного равнопрочного материала.

3.6.2.2. Колодцы

Смотровые колодцы кабельной канализации представляют собой подземные камеры с внутренним объемом от 0,2 до 6,5 м³, которые устанавливаются под пешеходной или проезжей частями улиц. Расстояние между колодцами составляет 40–150 м на прямолинейных участках трассы, дополнительные колодцы в обязательном порядке строят в местах поворотов и разветвлений трубопроводов. Габариты колодцев выбираются с учетом возможности свободного обеспечения работ по затягиванию кабелей и сращиванию их отдельных строительных длин, выполнения процедур ремонта и измерений, а также устройства разветвлений с помощью муфт.

Колодцы подразделяются по следующим основным признакам:

- по конструкции и размерам – на типовые и специальные;
- по материалу – на железобетонные сборные (табл. 3.14) и монолитные, а также кирпичные (из красного кирпича);
- по расчетной вертикальной нагрузке – для проезжей части улиц (80 т) и не проезжей (10 т);
- по форме – на многогранные, овальные и прямоугольные;
- по расположению на трубопроводе – на проходные, угловые, разветвительные¹ и станционные;

¹ Разветвительные колодцы с выходом труб кабельной канализации с трех сторон иногда называют тройниковыми, а с четырех сторон – крестовыми.

Таблица 3.14. Типы сборных железобетонных колодцев

Типразмер колодца	Допустимая нагрузка, т	Условные обозначения			Число вводимых каналов
		Проходной	Угловой	Разветвительный	
5	80	ККС-5-80	ККСу-5-80	ККСр-5-80	24
	10	ККС-5-10	ККСу-5-10	ККСр-5-10	24
4	80	ККС-4-80	ККСу-4-80	ККСр-4-80	12
	10	ККС-4-10	ККСу-4-10	ККСр-4-10	12
3	80	ККС-3-80	ККСу-3-80	ККСр-3-80	6
	10	ККС-3-10	ККСу-3-10	ККСр-3-10	6
2	80	ККС-2-80	—	—	2
	10	ККС-2-10	—	—	2
1 *	10	ККС-1-10	—	—	1
1-й специальный	80	ККСС-1-80	ККССу-1-80	ККССр-1-80	36
2-й специальный	80	ККСС-2-80	ККССу-2-80	ККССр-2-80	48

* Так называемый колодец мелкого заглубления, устанавливаемый только в пешеходной части улиц.

Проходные колодцы кабелей связи (ККС) устанавливаются на прямолинейных участках трасс трубопровода канализации, а также в местах, где угол отклонения от прямой линии трассы не превышает 30°.

Угловые колодцы (ККСу) строят в местах поворота трассы трубопровода под углом 30° и более. В зависимости от материала, способа изготовления и местных условий они могут реализовываться на основе угловых вставок к проходным колодцам или быть специальной конструкции. По схеме с угловыми вставками устраивают сборные железобетонные колодцы. Специальная угловая конструкция применяется только при изготовлении монолитных железобетонных колодцев или при выкладке кирпичных колодцев на месте.

Разветвительные колодцы (ККСр) устраивают в местах разветвления трубопровода. Сборные железобетонные разветвительные колодцы строят из отдельных блоков типового проходного колодца с добавлением двух угловых вставок. Их наличие обеспечивает в первую очередь возможность плавного ответвления кабелей с большим радиусом изгиба. Специальные разветвительные колодцы применяются только при изготовлении монолитных железобетонных колодцев или при выкладке кирпичных колодцев на месте.

Станционные колодцы (ККСст) строят непосредственно у здания АТС. Торцевая сторона этих изделий соединяется трубопроводом или туннелем коллектора со станционной кабельной шахтой. Габариты колодцев данной разновидности зависят от емкости обслуживаемой телефонной станции. Станционные колодцы строят монолитными железобетонными или кирпичными с железобетонным перекрытием.

В основной своей массе конструкция колодцев соответствует принципам и схемам, применяемым на сетях связи общего пользования. Некоторые крупные строительные организации пользуются для создания кабельной канализации своими конструктивными чертежами, которые в непринципиальных деталях отличаются

от типовых чертежей, утвержденных Министерством Российской Федерации по связи и информатизации.

Форма железобетонных колодцев определяется их типами (колодцы ККС имеют восьмигранную форму, в ККСС – прямоугольную), кирпичные колодцы выкладываются овальной формы, стационарные колодцы имеют овально-многогранную форму. При наличии в области строительства местных особенностей (другие коммуникации, строения и т.д.) форма колодца по согласованию с заказчиком может отличаться от стандартной. Нетиповая форма может быть придана колодцу также в случае его расширения или переустройства. В подавляющем большинстве случаев для этой цели используется кирпичная кладка.

Типы применяемых колодцев определяются в зависимости от числа каналов трубопроводов на каждом участке трассы. Учитываются также место расположения колодца, перспективы развития сети и другие аналогичные критерии. Необходимость и способы гидроизоляции колодцев, их защиты от мерзлотных деформаций, а также смещения в неустойчивых почвах и т.д. дополнительно выявляются и обосновываются в процессе проектирования.

Сведения об основных материалах для строительства и изготовления колодцев кабельной связи, их габаритные размеры в зависимости от типа, правила монтажа и другие аналогичные данные приведены в Руководстве [45].

Перекрытия для типовых кирпичных колодцев изготавливаются в виде отдельных железобетонных плит или в форме сборной конструкции из нескольких таких плит. При этом в одной из таких плит выполняется круглое отверстие диаметром около 600 мм под люк. Для колодцев небольших размеров допускается изготовление перекрытия из монолитного бетона.

Согласно отраслевым нормам ОСТН-600-93, пункт 3.34 глубина котлована под колодцы должна выбираться такой, чтобы обеспечивать засыпку перекрытия слоем грунта или песка толщиной не менее 30 см на проезжей части улиц и 20 см – на пешеходной.

Вход в колодцы кабельной связи закрывается круглыми чугунными люками диаметром примерно 700 мм. В случае особых требований заказчика колодцы оборудуются двумя крышками: верхней чугунной и нижней стальной. Наружные крышки должны плотно прилегать к корпусу люка. На внутренней крышке, основным назначением которой является защита колодца от попадания в него воды, предусматриваются петли или иные приспособления для закрытия колодца на замок и ручка для подъема. Эта крышка должна быть окрашена масляной краской. Колодцы, устраиваемые в пешеходной части улиц, закрываются люками легкого типа с массой 82 кг, рассчитанные на нагрузку в 30 тонн, а в проезжей части – люками тяжелого типа массой 138 кг, которые выдерживают номинальную нагрузку в 80 тонн.

Плоскость верхней поверхности крышки люка во всех случаях должна строго совпадать с уровнем уличного покрытия или поверхности грунта. Для возможности регулирования верхней отметки крышки люка по уровню дорожного покрытия допускается подкладка под люк специального железобетонного кольца. Другим

вариантом решения этой задачи является устройство кирпичной кладки. Общая высота лаза колодца не должна превышать 50 см [46].

Для раскладки кабелей колодцы оборудуются стальными кронштейнами с установленными на них чугунными консолями, которые имеют от одного до шести посадочных мест (рис. 3.13).

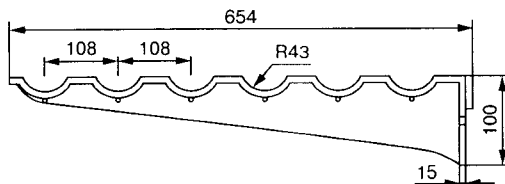


Рис. 3.13. Один из вариантов реализации консольного крюка

После окончания строительства и оборудования колодцев все входящие в них свободные каналы трубопроводов должны быть плотно закрыты пластмассовыми, бетонными или деревянными пробками. Из-за малой пластичности дерева в последнем случае дополнительно применяется герметизация ветошью. Занятые кабелями каналы герметизируются паклей или ветошью и замазываются замазкой следующего состава: мел – 80% и олифа – 20%. Альтернативным составом является смесь из мела (68%), канифоли (14%) и машинного масла (18%). Заделка занятых каналов может производиться также деревянными пробками, в которых выбиваются сектора для пропуска кабеля. Область стыка пробки со стенками трубы и оставшиеся пустоты сектора дополнительно герметизируются ветошью и замазкой.

3.6.3. Прочие разновидности подземных кабельных трасс

3.6.3.1. Коллекторы

Кроме кабельной канализации для прокладки кабелей подсистемы внешних магистралей при наличии и совпадении трасс могут быть использованы также коллекторы.

Подземные коллекторы представляют собой замкнутые подземные проходы (туннели), имеющие прямоугольное или круглое поперечное сечение, которые строятся вдоль городских или внутренних магистралей при значительном скоплении различных подземных коммуникаций (кабелей связи, кабелей электропитания, трубной разводки водопровода, теплосети, канализации и т.д.). Критерием необходимости постройки коллектора согласно Московским городским строительным нормам МГСН 1.01-98 [47] является потребность одновременного размещения тепловых сетей диаметром от 500 до 900 мм, водопровода диаметром до 500 мм, свыше десяти кабелей связи и десяти силовых кабелей напряжением до 10 кВ. Применение этого вида инженерных сооружений позволяет увеличить

удобство обслуживания отдельных линейных подземных сооружений и дает возможность выполнять их ремонт без потенциальной опасности повреждения других.

Действующие нормы допускают совместную прокладку в коллекторах силовых, контрольных и связных кабелей, труб водопроводов, теплотрасс, паропроводов, воздухопроводов и канализации. Не разрешается прокладывать совместно с кабелями газопроводы и трубопроводы для транспортировки легковоспламеняющихся жидкостей. Известны также чисто кабельные коллекторы или туннели.

При строительстве инфраструктуры различных зданий и сооружений данная разновидность кабельных трасс до начала 90-х годов не пользовалась в нашей стране какой-либо заметной популярностью. Положение начало меняться только примерно с середины 90-х годов, когда отечественные строительные организации в достаточно широком масштабе приступили к комплексной застройке с возведением на ограниченной территории одновременно нескольких зданий (campus). Тем не менее можно констатировать, что пока гораздо чаще на практике приходится иметь дело с общегородскими и ведомственными коллекторами.

Строительство коллекторов ведется открытым или закрытым способами специализированными строительными организациями. Глубина прокладки коллектора определяется местными условиями и особенностями. Так, строительство открытым способом на глубине 1–1,2 м осуществляется под пешеходной частью улицы. В этом случае коллектор в подавляющем большинстве случаев имеет прямоугольное поперечное сечение. На загруженных транспортом магистралях и площадях города коллекторы строятся на глубинах до 10–15 м способом щитовой прокладки. При таком варианте реализации они имеют круглое сечение.

Типовыми являются свыше десяти профилей общегородских коллекторов с внутренними габаритами 1,7–2,7 м по ширине и 1,8–3,0 м по высоте. Для размещения и крепления прокладываемых коммуникаций коллекторы оборудуются стальными крепежными конструкциями различных видов. Ширина прохода между крепежными деталями с разложенными на них коммуникациями должна составлять не менее 800 мм. При крайней необходимости в нижней части коллектора (на высоте не более 0,5 м) допускается уменьшение ширины прохода до 0,6–0,7 м на длине не выше 1 м.

Ввод кабелей в коллекторы осуществляется через вводные камеры трапециевидной формы. В случае использования коллекторов глубокого заложения применяются вертикальные шахты, которые оборудуются стандартными чугунными люками.

Каждый коллектор наряду с крепежными конструкциями различных видов для раскладки коммуникаций должен быть оборудован системами герметичного освещения, средствами для откачки воды, системой сигнализации, вентиляции и другим оборудованием, необходимым для нормальной эксплуатации. В центральной части туннеля коллектора оставляется проход для обслуживающего персонала различных служб. Ширина прохода согласно стандарту ЕΙΑ/ТІА-569 должна составлять не менее 1,2 м. Отечественные нормы по этому параметру являются несколько менее жесткими и задают значение ширины прохода в 80 см. Пример оборудования коллектора приведен на рис 3.14.

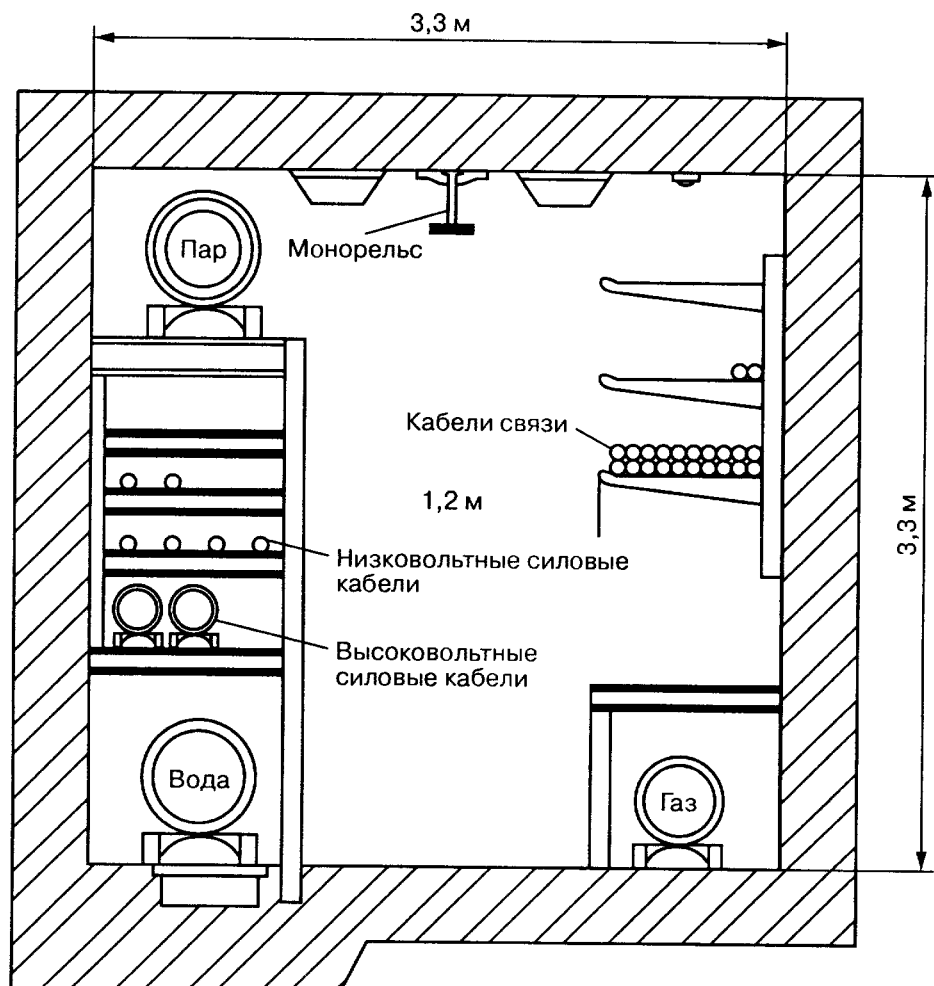


Рис. 3.14. Поперечное сечение типичного коллектора

При параллельной прокладке в коллекторах силовых кабелей и кабелей связи последние согласно нормам РД 45.120-2000, пункт 12.2.9 должны располагаться на 20 см ниже силовых кабелей. При пересечении на расстоянии менее 15 см кабели связи следует заключать в трубку из изолирующего материала. В пункте 12.2.10 этих же норм устанавливается, что в коллекторах кабели связи должны прокладываться минимум на 10 см выше труб водопровода, теплосети и прочих трубопроводов.

В некоторых случаях, по согласованию с владельцем, функции коллекторов для кабелей связи могут выполнять туннели метрополитена. Раскладка кабелей в этом случае выполняется на настенных стальных сварных крепежных конструкциях.

3.6.3.2. Кабельная канализация лоткового типа

Кабельная канализация лоткового типа строится на переувлажненных грунтах, характерных для Крайнего Севера и Сибири. Данная разновидность инженерных сооружений представляет собой сборные железобетонные каналы (лотки), которые

в большей или меньшей степени заглубляются в грунт и предназначены для прокладки в них кабелей связи.

Конструктивно лотковая канализация содержит два типовых железобетонных элемента различных размеров: нижней детали в форме лотка и плиты перекрытия (рис. 3.15). Железобетонные лотки имеют отдельные секции длиной 2970 мм и изготавливаются десяти различных размеров с сечением от 760×370 мм (лоток типа Л1) до 2380×730 мм (лоток типа Л10) при толщине основания от 80 мм до 140 мм. Для их производства используется бетон марки 300.

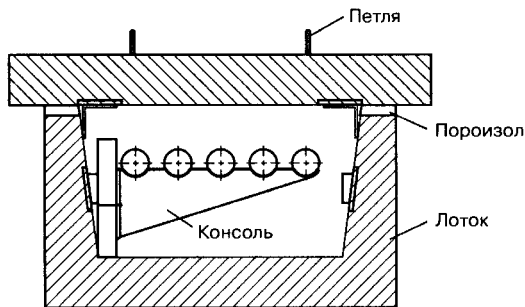


Рис. 3.15. Кабельная канализация лоткового типа

Железобетонные плиты перекрытия изготавливаются восьми типоразмеров (от П1 до П8) длиной 2980–2990 мм и шириной от 850 до 2409 мм при толщине от 70 мм до 160 мм.

Установка на лотки плит перекрытия из-за их значительной массы осуществляется подъемными механизмами. Для облегчения этой процедуры используются предусмотренные на плитах подъемные скобы или иные аналогичные детали. Случайный сдвиг плит перекрытия относительно основания лотков предупреждается приваркой к нижней части плиты перекрытия отрезков угловой стали или фиксаторных штифтов. Другим вариантом является изготовление плит перекрытия с фиксирующим выступом в нижней части, который в рабочем положении входит внутрь лотка.

Для раскладки кабелей в лотковой канализации используются стальные кронштейны, привариваемые к металлической полосе на расстоянии 1000 мм друг от друга. На кронштейнах крепятся многоместные чугунные консоли.

Для предохранения лотков от заполнения водой их прокладка в грунтах осуществляется по возможности на меньшую глубину и обязательно выше уровня грунтовых вод. Для уменьшения попадания в каналы надгрунтовых вод вертикальные стенки лотков поднимаются выше уровня грунта примерно на 100 мм. При высоком уровне грунтовых вод лотковая канализация реализуется по полуподземной или даже по наземной схеме.

3.6.4. Наземные кабельные трассы

3.6.4.1. Технологические эстакады

На промышленных предприятиях для прокладки кабелей подсистемы внешних магистралей широко применяются технологические эстакады, которые в зависимости от возможности прохода между поддерживающими элементами или рядом с ними иногда дополнительно классифицируют на проходные и непроходные (рис. 3.16). Достаточно часто технологические эстакады организуются с использованием в качестве несущих элементов поддерживающих конструкций трубопроводов различного назначения, транспортеров, переходов и других аналогичных объектов. Данный вид инженерных сооружений в некоторых ситуациях строится с целью исключительно организации кабельных трасс различного назначения. В любом случае на технологических эстакадах монтируется система лотков, поддерживающих кронштейнов и других элементов для укладки кабелей.

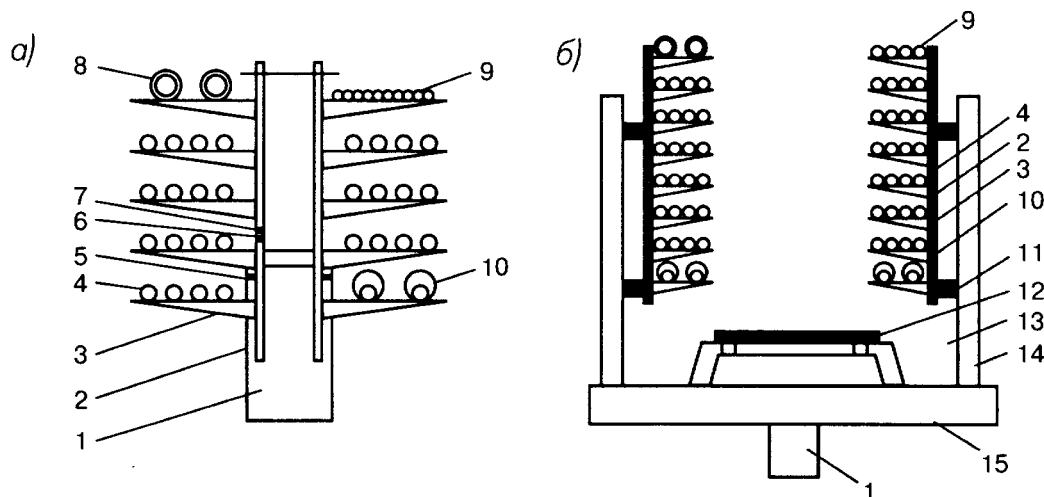


Рис. 3.16. Технологические эстакады:

а) непроходные; б) проходные

- 1 – опора; 2 – кабельная стойка; 3 – кабельная полка; 4 – силовой кабель; 5 – шпилька;
6 – заземляющая шина; 7 – закладная деталь; 8 – кабельный жгут; 9 – кабель связи;
10 – соединительная муфта

При использовании рассматриваемой разновидности кабельных трасс кабели связи и силовые кабели должны прокладываться в разных секциях лотков.

3.6.4.2. Воздушная подвеска

Воздушная подвеска кабелей на столбах контактной сети и уличного освещения, а также на опорах специальной постройки, несмотря на потенциально достаточно высокую скорость реализации, не получила широкого распространения на практике.

Основными причинами такого положения дел является повышенная опасность повреждения кабеля, некоторая сложность строительства, а также необходимость использования специальных типов кабелей с соответствующей крепежной арматурой. Рассматриваемая разновидность организации линейной части кабельной линии связи применяется в основном в тех ситуациях, когда прокладка другими способами является невозможной или сопряжена со значительными сложностями.

Для воздушной подвески при реализации столбовых линий используются в основном подвесные или самонесущие кабели специальной разработки, сам процесс подвески производится с использованием специализированной крепежной и натяжной арматуры. Вполне допустима и достаточно широко применяется на практике подвеска обычных кабелей на тонком стальном оцинкованном несущем тросе или канате. Для этого используются технологии навивки (шаг навивки 160–200 мм), крепления специальными хомутами или установки на специализированные подвесы или бандажи. Шаг крепления в двух последних случаях выбирается равным примерно 70 см, хотя и может варьироваться в достаточно широких пределах в зависимости от конструктивного исполнения кабеля. Так, например, СНиП 3.05.06-85, пункт 3.81 при использовании прокладки кабелей на стальном канате определяет максимальное расстояние между точками подвеса в 0,5 м, а Руководство [48] определяет величину этого параметра в 350 мм.

В тех ситуациях, когда в силу каких-либо местных особенностей используется комбинированная трасса с подземными и наземными участками, открытый вертикальный отрезок кабеля в месте перехода в обязательном порядке защищается от механических повреждений. Высота защищаемого участка должна составлять не менее 2,3 м от поверхности земли¹. Принципы и правила организации защиты более подробно рассмотрены в разделе 3.6.7.

Воздушная подвеска кабелей, реализуемая главным образом по стоечной схеме, может быть использована также для организации переходов между зданиями. Длина подвеса в этом случае не должна превышать 25 м, стрела провиса в пролетах составляет 1/40–1/60 от его длины. Срачивание несущего каната в пролете на основании отраслевых норм ОСТН-600-93, пункт 3.96 не допускается. Высота нижней точки кабеля от поверхности земли должна быть не менее 4,5–5,9 м.

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), пункт 2.4.46 пересечение кабелей связи и силовых кабелей в случае их воздушной подвески должно производиться под прямым углом или максимально близким к нему. Для стесненных условий угол пересечения не нормируется. Согласно пункту 2.4.47 этих же правил расстояние по вертикали между кабелями в рассматриваемом случае при наибольшей стреле провиса (наивысшая температура воздуха, гололед) должно быть не менее 1,25 м.

¹ Человек среднего роста, не вставая на цыпочки, дотягивается рукой с уровня земли до высоты примерно 215–220 см.

3.6.4.3. Вывод кабеля на наружную стену здания и особенности его прокладки

Вывод кабеля на наружную стену может осуществляться как от воздушной, так и от подземной кабельной трассы. В последнем случае для обозначения всей совокупности сооружений по выводу кабеля на стену и его последующего ввода в здание среди специалистов по проводной связи часто практикуется использование термина «ленинградский ввод», или «ленинградка»¹ (рис. 3.17).

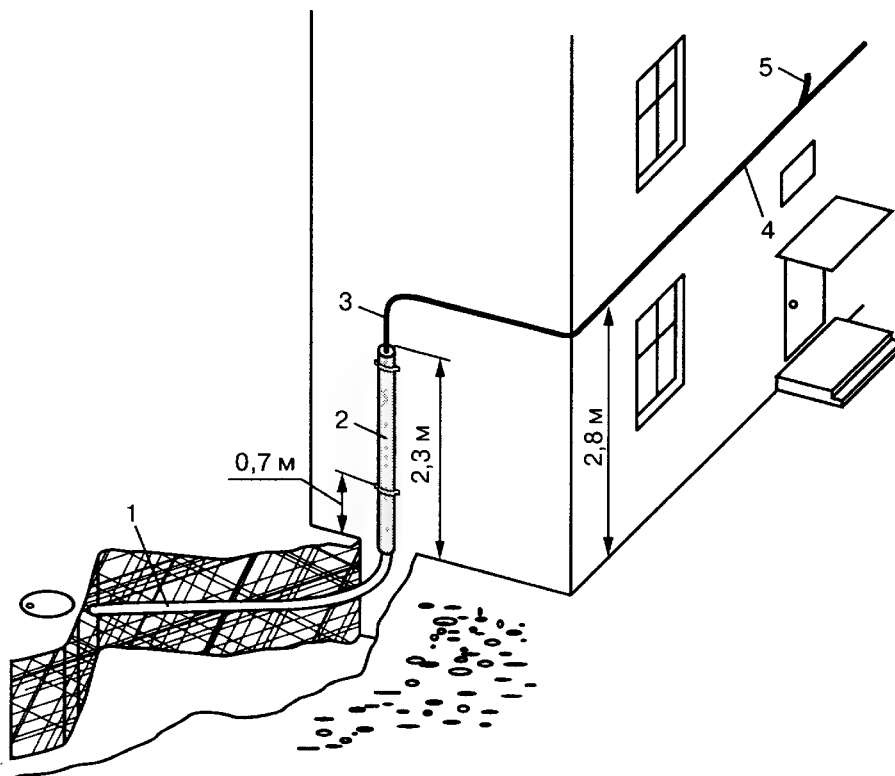


Рис. 3.17. Вывод кабеля на наружную стену зданий и открытая прокладка по стене:

1 – изогнутая на конце металлическая или пластмассовая труба, проложенная от колодца до стены; 2 – защитный желоб из тонколистовой стали; 3, 4 – кабель; 5 – ввод кабеля через сквозное отверстие в стене

В процессе вывода кабель от подземной канализации по трубам (длина не выше 30 м согласно нормам РД 45.120-2000, пункт 12.8.3) или непосредственно в грунте доводится до стены здания². Для вывода на стену согласно нормам проектирования ВСН 60-89, пункт 2.11 устанавливается вертикальная изогнутая на конце стальная или полиэтиленовая вводная труба диаметром 50–60 мм (так называе-

¹ Такое название согласно сообщениям специалистов из Санкт-Петербурга обусловлено тем, что рассматриваемая разновидность ввода в здание была впервые в массовом масштабе использована на Ленинградской ГТС в 20-х годах прошлого века.

² Данная операция должна выполняться по возможности по боковым стенам здания или со стороны двора.

мый «гусак»). Высота верхнего конца трубы должна составлять примерно 0,7 м от поверхности земли (рис. 3.18). Стык выводной трубы и трубы кабельной канализации в обязательном порядке герметизируется. Далее до высоты не менее 2,3 м кабель защищается от механических повреждений желобом из тонколистовой стали толщиной 0,8–1,0 мм или другой аналогичной конструкцией. При этом желоб должен плотно прилегать к стене, для чего допускается изгибание отдельных его секций и подштробливание стен. Крепление желоба осуществляется в соответствии с правилами, приведенными в разделе 3.6.7.

Трасса прокладки кабеля по наружной стене должна располагаться на высоте не менее 2,8 м и не более 5,0 м от уровня земли. Выбор именно такого диапазона одновременно обеспечивает как эффективную защиту, так и не выдвигает особых требований к оборудованию и персоналу в процессе проведения монтажных и ремонтных работ. Если указанное требование не может быть обеспечено по нижней границе, то должна быть предусмотрена защита кабеля от механических повреждений, возникающих в том числе в результате актов вандализма. Из дополнительных условий отметим то, что для защиты от повреждения падающими сосульками, снегом и льдом при очистке крыш в зимний период рекомендуется крепить кабель по возможности непосредственно под карнизом. Кабель должен быть проложен прямолинейно, плотно прилегать к стене, не иметь вмятин и перекручиваний. В процессе прокладки допускается как прямое крепление кабеля к стене, так и его подвеска на несущем тросе, струне или металлической полосе. В случае использования схемы подвески крепежные элементы в обязательном порядке должны вплотную прилегать к поверхности стены [49].

Расстояние между кабелем связи и проходящими параллельно изолированными кабелями осветительной или силовой сети должна составлять не менее 25 мм.

Горизонтальные и вертикальные участки трассы прокладки кабелей по стене здания должны размечаться с учетом получения минимального количества поворотов и имеющихся архитектурных линий здания. При необходимости разрешается пропускать кабель через отверстия в карнизах и других выступах здания.

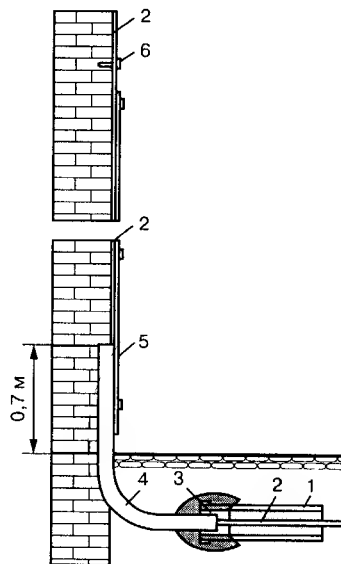


Рис. 3.18. Правила организации вывода кабеля на наружную стену зданий:

- 1 – трубопровод; 2 – кабель;
- 3 – концевая заделка трубопровода; 4 – изогнутая труба; 5 – защитный желоб;
- 6 – скрепа

3.6.5. Прямая прокладка кабеля в грунте

3.6.5.1. Обычные условия прокладки

Непосредственная прокладка кабеля в грунте используется на практике достаточно редко. Данный вид организации линейной части подсистемы внешних магистралей применяется в основном там, где сооружение кабельной канализации по тем или иным причинам является невозможным или нецелесообразным. Основными недостатками метода прямой прокладки в грунте является необходимость использования конструкций с усиленной броней и прочими защитными покрытиями из-за жестких условий эксплуатации, а также сложность организации ремонта и эксплуатационного обслуживания. В подавляющем большинстве случаев для прокладки кабелей в грунте вырывается траншея ручным или механизированным способом. Известно также использование методов горизонтального и горизонтально-направленного бурения, применяемых в первую очередь для организации переходов через дороги, реки и в других аналогичных ситуациях.

Предпочтительным способом рытья траншеи является применение землеройных механизмов, ручной способ используется в стесненных условиях и при небольшой протяженности трассы. Габариты траншеи для прокладки кабелей связи при ручном способе разработки приведены в табл. 3.15. Ширина траншеи, разрабатываемой механизированным способом, определяется размерами рабочего органа механизма (фрезы, ковша и т.д.) и составляет обычно 0,4–0,7 м.

Таблица 3.15. Ширина траншеи для укладки кабелей связи

Глубина траншеи, м	Ширина траншеи по верху, м, при числе кабелей			
	1	2	3	4
0,5	0,35	0,35	0,40	0,40
0,6– 0,7	0,35	0,40	0,45	0,45
0,9	0,40	0,40	0,45	0,50
1,0	0,45/0,55	0,45/0,55	0,50/0,60	0,55/0,65
1,2	0,50/0,60	0,50/0,60	0,55/0,65	0,60/0,70

Примечание.

1. В числителе указана ширина траншеи без крепления, в знаменателе – с креплением.
2. Ширина траншеи по низу должна быть на 0,1 м меньше ширины траншеи по верху.

Глубина прокладки должна быть не менее 0,7 м, при прокладке на меньшей глубине применяется дополнительная защита в виде слоя бетона, бетонных плит, кирпича (кроме силикатного) и т.д. – рис. 3.19. При пересечении проезжей части дорог, улиц и площадей кабель углубляется до 1 м.

Для предохранения кабеля, уложенного в грунт, от повреждений при мерзлотных деформациях в зимний период настоятельно рекомендуется выполнять его укладку на постель с верхним покрывающим слоем из разрыхленной земли или песчаного грунта толщиной по 10 см каждый. Последнее требование согласно

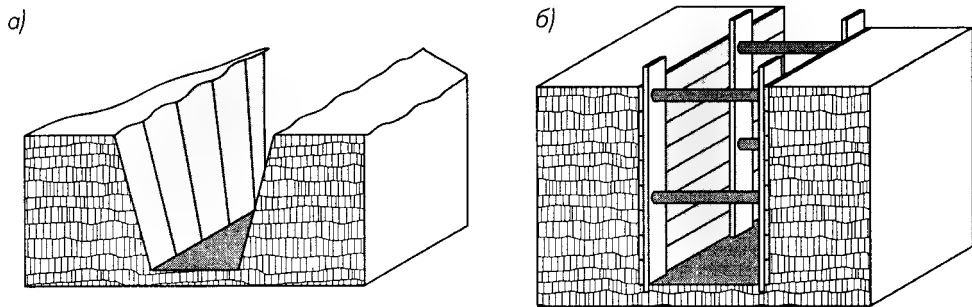


Рис. 3.19. Правила устройства траншеи для прокладки кабеля:
а) без укрепления стенок; б) с дополнительным укреплением стенок

нормам РД 45.120-2000, пункт 12.3.3 является обязательным в случае скальных или твердых каменистых грунтов группы V и выше, а также в грунтах группы IV, разрабатываемых взрывным способом, отбойными молотками и другими аналогичными механизмами. Перед закладкой кабеля из траншеи удаляют воду, камни, строительный мусор и другие посторонние предметы. Засыпка уложенного кабеля производится мелкой землей без камней, строительного мусора, кусков металла и шлака, которые могут повредить кабель при падении и трамбовке. Из аналогичных соображений в соответствии со СНиП 3.05.06-85, пункт 3.72 запрещается засыпка кабеля комьями мерзлой земли.

Кабель в траншее укладывается без напряжения и существенных отклонений от осевой линии. В частности, он должен плотно прилегать ко дну траншеи. При прокладке нескольких кабелей в одной траншее согласно отраслевым нормам ОСТН-600-93, пункт 3.65 их следует располагать параллельно на расстоянии 50 мм друг от друга без перекрещиваний.

Над кабелем, уложенным в грунт, желательно предусмотреть укладку сигнальной ленты. Лента предназначена для предупреждения о наличии кабельной линии при производстве земляных работ. Обычно лента имеет оранжевый цвет, который рекомендуется American Public Works Association, с предупреждающими надписями черного цвета. Отечественными нормами цвет ленты не нормируется. Глубина укладки ленты в грунт согласно отечественным нормам выбирается из такого расчета, чтобы расстояние между лентой и наружным покровом составляло 250 мм. Американские нормы устанавливают минимальную величину этого параметра в 450 мм.

Лента может быть выполнена из металлизированного и неметаллизированного материала. Параметры полимерной неметаллизированной ленты приведены в табл. 3.16. В случае использования волоконно-оптического кабеля без металлических элементов рекомендуется применять ленту, изготовленную из металлизированного материала. Это существенно облегчает поиск кабеля при необходимости проведения ремонтных работ.

Таблица 3.16. Параметры сигнальной ленты

Материал	Полиэтилен и поливинилхлорид
Ширина, мм	150, 250
Толщина, мм	0,6–1,0
Цвет	Оранжевый
Температура хрупкости, °С, не более	–30
Относительное удлинение материала при разрыве	> 200%

После завершения прокладки кабеля осуществляется рекультивация земли, если в этом есть необходимость. Этот процесс заключается в восстановлении плодородного слоя почвы, нарушенного при выполнении земляных работ. Точно также в полном объеме восстанавливаются дорожные и тротуарные покрытия, вскрытые при прокладке, стены здания в местах вводов и т.д.

3.6.5.2. Особые условия прокладки

Траншея для прокладки кабеля не должна содержать веществ и материалов, оказывающих разрушительное действие на оболочки и металлические элементы его конструкции (солончаки, известь, насыпной грунт со шлаком или строительным мусором). Из аналогичных соображений траншея согласно СНиП 3.05.06-85, пункт 3.66 также не должна проходить ближе 2 м от выгребных и мусорных ям. При невозможности обхода этих мест прокладка кабеля осуществляется в чистом нейтральном грунте в безнапорных асбоцементных трубах, покрытых внутри и снаружи битумным составом. При засыпке кабеля нейтральным грунтом этим же пунктом СНиП устанавливаются требования по дополнительному расширению траншеи с обеих сторон на 0,5–0,6 м и углублению на 0,3–0,4 м.

На склонах с уклоном свыше 30° траншея для укладки кабеля должна иметь зигзагообразную форму с отклонениями от оси трассы в 1,5 м через каждые 5 м.

При прокладке кабеля в вечномерзлых грунтах¹ он подвергается воздействию мерзлотно-грунтовых явлений (пучения, морозобойные трещины, оползни, просадка грунта в местах термокарста и т.д.). Возникающие при этом так называемые силы пучения достигают величин 100–150 кН, что сопровождается разрывом кабелей и разрушением каналов канализации [50]. Поэтому согласно СНиП 3.05.06-85, пункт 3.85 следует дополнительно соблюдать следующие правила:

- прокладку кабелей следует производить в так называемом деятельном слое, который оттаивает в летнее время и промерзает в холодное время года;
- целесообразно применять кабели с броней из круглой стальной проволоки;
- местный грунт, используемый для обратной засыпки траншеи, должен быть размельчен и уплотнен;
- грунт для засыпки следует брать из мест, удаленных от оси трассы кабеля не менее чем на 5 м.

¹ Грунты, имеющие отрицательную температуру и содержащие в своем составе лед.

На расстоянии 2–3 м от оси траншеи устраиваются водоотводные каналы или прорези глубиной до 0,6 м. Кабельная трасса засеивается травами, а также обсаживается кустарниками. Используется также обваловка трассы путем насыпки грунта толщиной в 0,6 м и более. Ширина обваловки по верху составляет 1500–3000 мм, крутизна откосов – 1:1,5.

3.6.6. Кабельные вводы в здание

3.6.6.1. Общие положения

Под кабельным вводом в здание понимается часть линейных сооружений проводных линий связи, которые расположены на участке от вводного колодца кабельной канализации или коллектора, а также вводной опоры воздушной линии связи до оконечных кабельных устройств, установленных в здании.

При создании кабельных вводов дополнительно различают наружные и внутридомовые устройства.

На точку ввода в обязательном порядке накладывается требование возможности обеспечения визуального осмотра в период эксплуатации.

Независимо от типа ввода (подземный или воздушный) кабель заводится в здание в месте, удаленном от вводов силовых электрических кабелей, водопровода и других подземных коммуникаций. Согласно отраслевым нормам ОСТН-600-93, пункт 3.332 в городской местности подземный ввод в здание кабелей радиотрансляционной и телефонной сетей должен быть совместным, но с отдельными каналами для радиотрансляционных и телефонных кабелей. Устройство нескольких вводов в одно здание допускается только как исключение. В соответствии с пунктом 3.333 этих же норм воздушные вводы упомянутых сетей должны производиться раздельно. В связи с отсутствием официальных отечественных нормативных документов на строительство структурированной кабельной проводки данные правила целесообразно распространить также на кабели СКС, приравняв их в правах к телефонным кабелям.

Сквозные отверстия, пробиваемые для прохода через стены и перегородки в процессе организации ввода, могут быть общими для двух или большего числа кабелей СКС и прочих телекоммуникационных служб.

3.6.6.2. Подземный ввод в здание

Подземный ввод кабеля в здание (рис. 3.20) производится главным образом в подвал, причем данное решение может быть использовано только при возможности круглосуточного свободного доступа в подвал обслуживающего персонала. Основные способы реализации подземного ввода заключаются в следующем:

- к месту ввода кабеля от проходящей мимо кабельной канализации прокладывается трубопровод, по которому кабель выводится в подвальное помещение с последующим выводом наверх – в стояки или непосредственно на лестничные клетки;

- трасса кабельной линии организуется на основе использования внутриквартального коллектора малого сечения (сцепки).

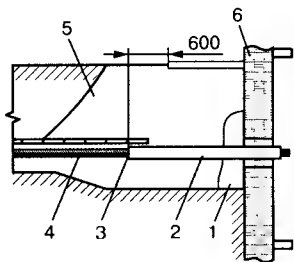


Рис. 3.20. Подземный кабельный ввод в здание в случае непроседающих грунтов:
1 – гидроизоляция; 2 – вводная труба; 3 – входное отверстие трубы; 4 – кабель; 5 – засыпка; 6 – стена здания

Трубопровод ввода в здание при использовании этих схем прокладывается от ближайшего колодца. В том случае, когда это невозможно или нецелесообразно по каким-либо причинам, в месте отвода устанавливается дополнительный колодец.

Для ввода кабеля в здание, располагаемое в глубине квартала, допускается прокладка кабеля от другого каблированного здания. В этом случае между этими зданиями прокладывается дополнительный трубопровод-перемычка. При длине перемычки до 30 м трубопровод прокладывается без колодца, при длине более 30 м у ввода в здание строится колодец. Для прокладки могут быть использованы также внутриквартальные коллекторы малого сечения (сцепки).

В качестве трубопроводов от действующей канализации при небольшом количестве вводимых кабелей Руководство [45] рекомендует использовать полимерные трубы любых разновидностей внешним диаметром примерно 63 мм. За счет большой длины бухт таких труб в стандартной поставке (до 200 м и более) прокладка может проводиться без стыков. Кроме того, этой же трубой можно выполнить вход в подвальное помещение или выход на стену здания. При отсутствии полимерных труб применяются обычные безнапорные асбоцементные трубы.

Глубина укладки трубы в грунт в месте ввода ее в здание по стандарту ЕА/ТИА-569 должна быть не менее 600 мм. По нормам ВСН 59-88 Госкомархитектуры, пункт 12.1 величина этого параметра установлена в пределах 0,5–1,2 м. Труба укладывается с уклоном в сторону колодца или улицы для предотвращения попадания воды в подвал. Величина уклона выбирается из расчета 25 мм на 1000 мм длины. Отраслевые нормы ОСТН-600-93, пункт 3.307 нормируют уклон в угловых единицах и задают его величину в 5–10°.

Высота нижнего ряда труб вводного блока в соответствии с нормами РД 45.120-2000, пункт 12.7.8 должна быть выше уровня пола не менее чем на 0,2 м.

В случае траншейной прокладки кабеля без канализации собственно ввод в здание осуществляется через отрезки бетонных, железобетонных, асбоцементных или полимерных труб, которые устанавливаются в отверстиях железобетонных конструкций. Конец трубы должен выступать в траншею не менее чем на 0,6 м. СНиП 3.05.06-85 в пункте 3.67 распространяет это требование на более общий

случай. Эти нормы дополнительно устанавливают, что конец трубы должен выступать из стены здания в траншею, а при наличии отмотки – за линию последней не менее чем на 0,6 м. Это обеспечивает в случае необходимости доступ к внешнему концу трубы без нарушения отмотки.

Все каналы вне зависимости от степени заполнения их кабелями должны быть герметично заделаны специальными герметизирующими устройствами для исключения возможности проникновения внутрь здания из кабельной канализации опасных газов и воды. Правила герметизации приводятся в Руководстве [51].

При вводе в помещение металлические оболочки и броню кабелей любых типов следует перепаять между собой и заземлить как можно ближе к точке ввода на щиток КИП. Сечение заземляющего провода согласно нормам РД 45.120-2000 должно составлять 4–6 мм². Центральный силовой элемент из металла оптических кабелей заземляется на оконечном оптическом устройстве.

Количество трубчатых подземных вводов в здание, используемых для прокладки телефонных кабелей, из-за неизбежного ослабления местной прочности фундамента должно быть минимальным. Ориентировочное число этих элементов в зависимости от суммарной емкости вводимых телефонных кабелей согласно рекомендациям BICSI приведено в табл. 3.17. Отечественные нормы проектирования ВСН 60-89, пункт 2.12 дают несколько отличные от BICSI, хотя и достаточно близкие значения емкости трубчатых подземных вводов номинальным диаметром 100 мм: 1200 пар – четыре трубы, 600 пар – три трубы и 300 пар – две трубы.

Таблица 3.17. Количество трубчатых подземных вводов в здание согласно рекомендациям BICSI

Количество пар телефонного кабеля	Диаметр трубы, мм	Количество труб	
		Основных	Резервных
1–99	53	1	1
100–300	78	1	1
301–1000	103	1	1
1001–2000	103	2	1
2001–3000	103	3	1
3001–5000	103	4	1
5001–7000	103	5	1
7001–9000	103	6	1

На основе трубчатых элементов с внутренним диаметром 103 мм реализуются также вводы волоконно-оптических кабелей. При этом для более эффективного использования площади поперечного сечения трубы BICSI рекомендует закладывать в нее три субканала: два – диаметром 38 мм и один – диаметром 25 мм.

Трасса прокладки кабеля по подвалу должна быть выбрана исходя из критерия получения кратчайшего расстояния от места ввода до точки вертикального подъема по стоякам в сочетании с минимальным количеством пробиваемых сквозных отверстий.

Прокладка кабеля в подвальном помещении ведется открытым или закрытым способом с соблюдением следующих основных правил:

- по стенам подвала с креплением и защитой от механических повреждений металлическими желобами; достаточно популярной разновидностью этого решения является прокладка в газовых или винилпластовых трубах (реже металлорукавах)¹, которые крепятся к стенам подвала (принципы и схемы крепления труб изображены на рис. 3.21);
- возможно использование для прокладки внутренних каналов железобетонных плит перекрытия;
- открытая прокладка выполняется на консольных крюках (рис. 3.14), воздушных желобах (кабельростах), с использованием укрепляемых на потолке подвесных конструкций или методом подвески на стальном тросе.

Последний вариант согласно отраслевым нормам ОСТН-600-93, пункт 3.337 допускается только в тех случаях, когда подвальное помещение является недоступным для посторонних лиц.

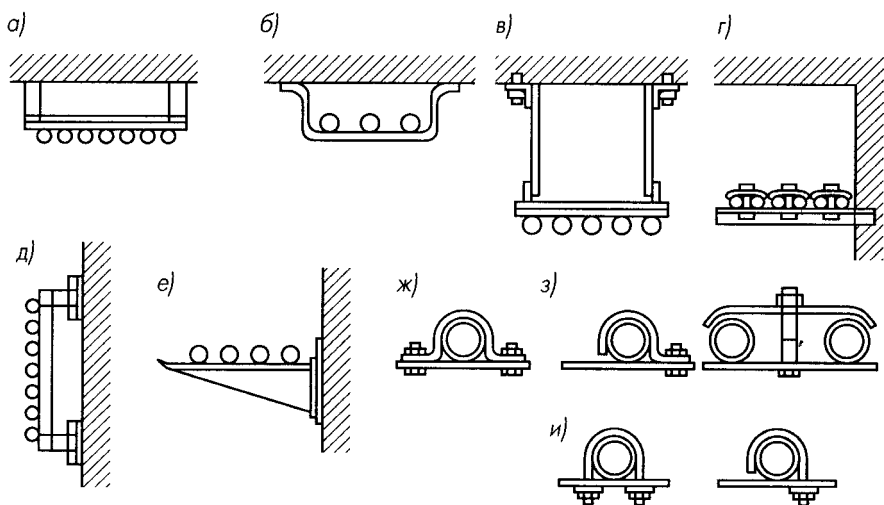


Рис. 3.21. Способы крепления труб к несущим конструкциям:

а–в) потолочные опорные конструкции из уголков, перфорированной полосы и подвес;
г–е) настенные опорные конструкции и кронштейны; ж–и) хомуты, полухомуты и скобы различных типов

Крепление защитных труб на прямых участках производится в соответствии с данными табл. 3.18. На поворотах трубы крепятся на расстоянии 0,25 м от вершины угла в обе стороны. В качестве крепежных элементов применяются крюки-костыли, стальные полоски, хомуты, полухомуты, однолапковые и двухлапковые скобы.

¹ Металлорукав может выполнять функции температурного компенсатора.

Таблица 3.18. Расстояние между точками крепления различных видов защитных труб [52]

Диаметр, мм	Расстояние между точками крепления, м
<i>Стальные трубы</i>	
20	2,5
32	3
80	4
100	6
<i>Винилпластавые трубы</i>	
20	1
25	1,1
32	1,4
40	1,6
50	1,7
<i>Металлпорукава</i>	
15	0,25
27	0,35
42	0,45

Проложенную металлическую трубу необходимо обязательно окрасить масляной краской любого цвета или битумным лаком.

Ввод кабеля из подвального помещения в каналы стояка, а также на стену лестничной клетки, коридора или холла производится только через закладные детали.

3.6.6.3. Воздушный ввод в здание

Ввод в здание самонесущего или подвесного кабеля выполняется в зависимости от выбранного принципа реализации линии связи по *столбовой* или *стоечной* *схемам*. Общим для этих схем является то, что кабель в местах перехода с каната на конструкцию здания должен быть разгружен от механических усилий.

От *стоечной* *линии* кабель должен вводиться на чердак через изогнутую на конце стальную оцинкованную трубу и далее прокладываться по конструкциям чердака (рис. 3.22). Необходимую прочность и жесткость конструкции придает оттяжка, которая часто является продолжением несущего троса. Высота трубы над уровнем крыши отечественными нормативными документами не определяется, американский стандарт EIA/TIA-569 ограничивает величину этого параметра значением 900 мм. Согласно этому же документу верхняя часть трубы не должна выступать над уровнем конька крыши более чем на 100 мм. То же самое положение действует в отношении размеров трубы: российские нормы не оговаривают диаметр трубы, стандарт EIA/TIA-569 рекомендует применять трубу с внешним диаметром 50 мм (2 дюйма). Этот же нормативный документ устанавливает

расстояние между нижним обрезом уличного ввода трубы и точкой крепления несущего троса в 75 мм (3 дюйма).

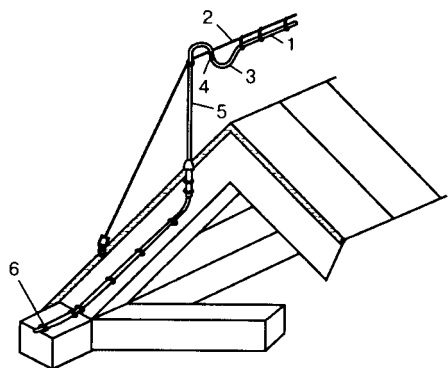


Рис. 3.22. Ввод подвешенного кабеля в здание через крышу со стоечной линии:

1 – кабель; 2 – стальной трос; 3 – дужка запаса длины; 4 – защитная обмотка; 5 – изогнутая вводная труба; 6 – крепление кабеля скрепами на шурпах или гвоздях

Крепление стоечной опоры на крыше осуществляется оттяжками из стальной проволоки, размещенными под углом 90° по отношению друг к другу и под углом не менее 45° по отношению к опоре. В случае значительной односторонней нагрузки тяжения проводов применяется усиление опоры дополнительной оттяжкой, противоположной действию этой нагрузки. Вводная стойка должна быть установлена таким образом, чтобы ее оттяжка и закрепленные на ней кабели не затрудняли доступа к расположенным на крышах трубам, слуховым окнам и т.д. Место установки стойки выбирается так, чтобы ввод кабеля осуществлялся в часть чердака, доступную для обслуживающего персонала. При этом на основании отраслевых норм ОСТН-600-93, пункт 3.278 запрещают выпиливать или подрубать стропильные балки и прочие капитальные и несущие конструкции.

У стоек, устанавливаемых на крышах с уклоном более 30° , при отсутствии слуховых окон согласно нормам проектирования ВСН 60-89, пункт 1.11 должны предусматриваться входные люки с крышкой, рабочей площадкой и лестницей, закрепленной на чердаке.

Из других особенностей организации воздушного ввода по стоечной схеме отметим необходимость заземления трубы и применения защитной обмотки кабеля в месте уличного ввода в трубу. Само собой разумеется, что все габариты и параметры сгиба выбираются с учетом минимально допустимого радиуса изгиба кабеля.

Проход на лестничные клетки (так называемые «сквозняки») и в стояки выполняется через отверстия, просверливаемые в чердачном перекрытии. При этом должны соблюдаться те же правила, что и при выводе кабеля из подвальных помещений.

Прокладываемые по чердаку кабели должны быть защищены металлическими желобами от механических повреждений на высоту до 2,3 м. В том случае, если чердачное помещение является закрытым для доступа посторонних лиц, высота защищаемого участка кабеля согласно отраслевым нормам ОСТН-600-93, пункт 3.331 уменьшается до 0,85 м.

При выполнении ввода кабелей от *столбовой линии* опора, с которой кабель подается на стену здания, согласно отечественным нормам должна находиться не далее 40 м от его стены. Американские нормативно-технические документы, в том числе стандарт EIA/TIA-569-A, ограничивают значение этого параметра величиной 30 м. При большем расстоянии предусматривается установка дополнительной промежуточной опоры. От столбовой опоры кабель подают к стене здания на стальном канате или тросе. Оконечная заделка этого каната, имеющая форму петли, одевается на крюк (типа КН-16 или аналогичный ему), который закрепляется в стене или на колонне тем или иным способом (замуровкой, фиксацией на шпильке или анкерном болте, подваркой к другим металлическим конструкциям). Согласно СНиП 3.05.06-85, пункт 3.82 крепление анкерных кольцевых конструкций к балкам, фермам и прочим некапитальным конструкциям не допускается. Расстояние между точками крепления и углом стены здания в соответствии со стандартом EIA/TIA-569-A должно быть не менее 15 см.

Непосредственный ввод кабеля в здание от столбовой линии осуществляется через отверстие в стене, в которое предварительно вставляется изолирующая трубка (рис. 3.23). Стандарт EIA/TIA-569-A рекомендует формировать вводное отверстие с уклоном наружу при абсолютной величине перепада концов 12 мм (1/2 дюйма). В случае необходимости кабель от крюка может прокладываться открыто по наружной стене здания в соответствии с требованиями раздела 3.6.4.3 с последующим вводом внутрь в нужном месте.

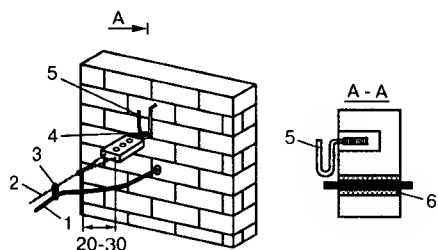


Рис. 3.23. Ввод подвесного кабеля в здание через стену:

1 — кабель; 2 — подвесной канат; 3 — подвес для кабеля; 4 — петля с коушем; 5 — крепежный крюк; 6 — изолирующая трубка

3.6.6.4. Ввод на лестничную клетку

Ввод на лестничную клетку здания осуществляется через отверстия в стенах. Необходимость в применении данного вида сооружений часто возникает в процессе открытой прокладки кабеля по наружной стене, при реализации описанного выше «ленинградского ввода», а также в случае использования столбовой воздушной линии связи.

После ввода кабеля через отверстие в наружной стене здания он доводится до каналов стояка или до переходной или разветвительной муфты. Основные принципы конструктивного исполнения данной разновидности ввода иллюстрирует рис. 3.24. При его реализации дополнительно контролируется величина радиуса изгиба вводимого кабеля. Отверстие в наружной стене выполняется в соответствии

с правилами, применяемыми при организации воздушного ввода со столбовой линии (раздел 3.6.6.3).

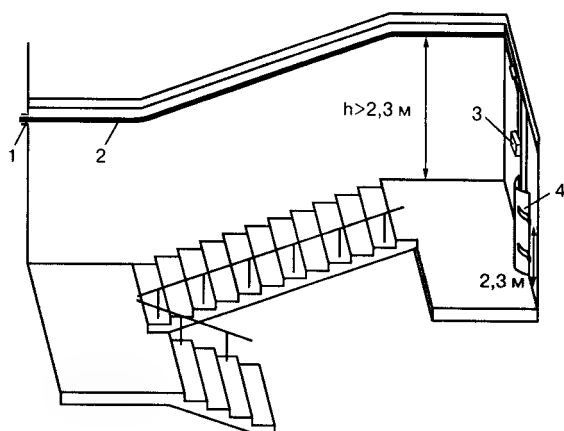


Рис. 3.24. Правила ввода кабелей на лестничную клетку и его прокладки по внутренним стенам:

1 – сквозное отверстие в стене; 2 – открыто проложенный по стенам кабель; 3 – муфта или распределитель; 4 – стойка с защитным желобом из тонколистовой стали

3.6.7. Защита кабелей подсистемы внешних магистралей от механических повреждений

Практика показывает, что в процессе строительства линий связи подсистемы внешних магистралей прокладка кабелей на некоторых участках достаточно часто выполняется открыто, вне кабельной канализации, эстакады и других аналогичных сооружений. В данной ситуации для увеличения эксплуатационной надежности линий возникает необходимость защиты кабелей от механических повреждений. Штатным средством защиты открыто проложенных кабелей согласно нормативным документам Министерства связи Российской Федерации являются желоба из тонколистовой стали толщиной 0,55 мм. Для применения рекомендованы две серийные разновидности этих изделий: тип I – номинальной длиной 700 мм и тип II – номинальной длиной 1000 мм (масса 0,32 кг и 0,7 кг соответственно). Крепление желобов осуществляется накладками с помощью шурупов, ввинчиваемых в дюбели или спирали, устанавливаемые в предварительно просверливаемые отверстия. Расстояние между точками крепления желобов согласно отраслевым нормам ОСТН-600-93, пункт 3.329 и ТУ изготовителя выбирают равным 0,7–0,8 м, верхнюю и нижнюю крепежную накладки располагают на расстоянии 5–10 см от конца желоба [53]. Значительно реже функции защитных устройств выполняют металлические трубы соответствующего диаметра, которые обеспечивают

аналогичный желобам уровень защиты, но существенно уступают им по удобству работы. Кроме труб и уголков в процессе строительства используются также швеллер и короб. Фиксация всех этих изделий в рабочем положении производится аналогичным образом. Верхнее отверстие защитного элемента после укладки или протяжки кабеля заделывают паклей, ветошью, замазкой или алебастром, после чего подкрашивают под цвет стен.

Установка защитных элементов осуществляется в следующих местах:

- под водосточными трубами, где используются желоба длиной 700 мм, выступающие равными концами по обе стороны трубы;
- под пожарной лестницей в том случае, если она отстоит от стены менее чем на 1 м – по 0,5 м в каждую сторону;
- под окнами лестничных клеток (ближе 0,5 м от лаза окна) – на ширину окна плюс по 0,5 м в каждую сторону;
- на выходе кабеля из-под балкона – по 0,5 м с каждой стороны.

Кабели, которые прокладываются под карнизом, в том числе в перечисленных выше случаях, в дополнительной защите не нуждаются при условии того, что высота прокладки отвечает требованиям раздела 3.6.4.3.

3.7. Кабельные трассы подсистемы внутренних магистралей

Кабельные трассы подсистемы внутренних магистралей предназначены для прокладки по ним кабелей, соединяющих КЗ с КЭ, КВМ и аппаратными. Кроме того, по этим трассам прокладываются внешние магистральные кабели от места ввода в здание до КВМ или КЗ.

Магистральные кабели рассматриваемой подсистемы могут прокладываться вертикально и горизонтально. Конструкции для прохода горизонтальных участков ничем не отличаются от конструкций, применяемых для организации кабельных трасс горизонтальной подсистемы, и при необходимости зачастую используются обоими видами кабелей одновременно. Для прохода вертикальных участков обычно применяются выделенные для этого и подробно рассматриваемые далее стояки или шахты различных видов.

Кабельные трассы подсистемы внутренних магистралей могут быть организованы на лестничных клетках, чердаках, коридорах, подвалах, технических этажах и в других помещениях. Основными требованиями ко всем перечисленным сооружениям являются:

- простота реализации и низкая стоимость;
- легкость прокладки и докладки кабелей;
- обеспечение норм противопожарной безопасности;
- доступность для обслуживающего персонала в любое время суток.

3.7.1. Разновидности конструкций для формирования трасс на вертикальных участках

Основное требование к конструктивным элементам для прохода междуэтажных перекрытий, распространяемое также на стены и перегородки, состоит в обеспечении возможности легкой и быстрой прокладки и замены кабелей различного назначения [54]. Для этого проход реализуется в виде различных строительных конструкций с одним или несколькими отверстиями, которые на практике реализуются в форме *слотов, рукавов и закладных труб*. Полученное сооружение вместе с относящимися к нему нишами, встроенными шкафами и другими аналогичными изделиями выполняет функции так называемых стояков, которые предназначены в первую очередь для магистральных кабелей. Качественное сравнение перечисленных строительных конструкций как элементов организации прохода междуэтажного перекрытия приводится в табл. 3.19.

Таблица 3.19. Сравнительная характеристика труб, рукавов и слотов как элементов прохода междуэтажного перекрытия

Тип элемента	Краткое описание	Достоинства	Недостатки
Закладные трубы	Вертикальна установленные вдаль стены помещения крессовой трубы из негорючего материала	Хорошая защита от проникновения на соседние этажи воды, пыли, пламени. Эффективная защита кабелей от механических повреждений	Ограниченная гибкость. Требуют больших запасов на расширение
Рукава	Вертикальна установленные в перекрытии вдаль стены помещения крессовой и немного выступающие из пола короткие отрезки труб из негорючего материала	Хорошая защита от проникновения на соседние этажи воды, пыли, пламени. Легкость установки и низкая стоимость. Простота прокладки кабеля	Обеспечивают меньшую емкость и гибкость использования по сравнению со слотами
Слоты	Прямоугольные проемы с бортиком, выполненные в междуэтажном перекрытии вдаль стены технического помещения	Гибкость использования. Хорошие массогабаритные показатели	Сложность выполнения норм пожарной безопасности. Высокая стоимость реализации. Заметно ослабляет механическую прочность перекрытия

В тех ситуациях, когда формирование стояков осуществляется в процессе разработки архитектурного проекта здания, рекомендуется разделять стояки телекоммуникационного назначения и стояки для прокладки силовых кабелей, водопроводов, воздуховодов и других аналогичных систем.

Слот (рис. 3.25) представляет собой проем достаточно больших габаритов прямоугольной в плане формы, выполненный в междуэтажном перекрытии помещения кроссовой и примыкающий вплотную к одной из ее стен. Рекомендуемые американским стандартом TIA/EIA-569-A размеры слотов в зависимости от площади обслуживаемой рабочей зоны приведены в табл. 3.20. Магистральные кабели, проходящие сквозь слот, крепятся к стене технического помещения специальной арматурой, выполненной обычно в форме хомутов и скоб различных видов. Достаточно часто практикуется установка над слотом прикрепленных к стене вертикальных перфорированных планок или уголков. Эти компоненты предназначены для фиксации к ним отдельных кабелей или их пучков, осуществляемой в подавляющем большинстве случаев пластиковой стяжкой.

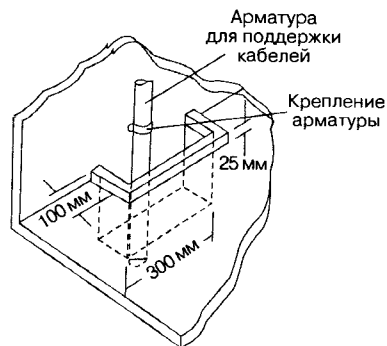


Рис. 3.25. Слот

Таблица 3.20. Рекомендуемые габариты слотов в зависимости от размеров обслуживаемой рабочей площади

Обслуживаемая рабочая площадь, м ²	Габариты слота, мм
< 25000	150×225
25000–50000	150×450
50000–100000	250×500
100000–140000	300×500
140000–200000	375×600

Согласно EIA/TIA-569 слот обязательно снабжается бордюром высотой примерно 25 мм (один дюйм), который предотвращает протекание воды и достаточно эффективно защищает проем от падения в него посторонних предметов. По окончании прокладки кабелей оставшийся свободным проем слота должен быть заделан заглушкой из огнеупорного материала (подробнее – см. главу 7).

Трубчатые элементы стояков представлены рукавами и закладными трубами.

Под *рукавом* (рис. 3.26), или гильзой, понимается относительно короткий отрезок трубы диаметром обычно не выше 100 мм, вмонтированный в междуэтажное перекрытие. Верхние концы трубы рукава по аналогии с бортиком слота должны выступать из перекрытия в пределах 25–100 мм и образовывать за счет этого своеобразный порожек. Такое конструктивное оформление в сочетании с небольшим диаметром позволяет достаточно эффективно блокировать попадание в рукав посторонних предметов и протекание воды. Над рукавами аналогично слотам устанавливаются различные компоненты для фиксации отдельных кабелей и их пучков.

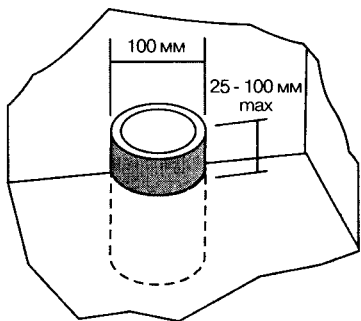


Рис. 3.26. Рукав

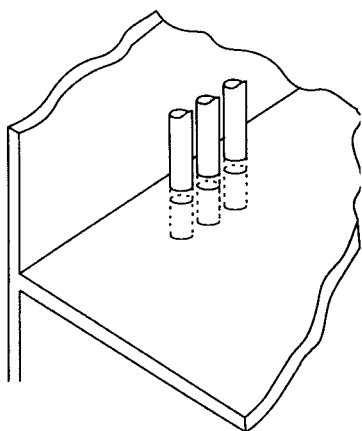


Рис. 3.27. Закладные трубы

Основными преимуществами рукавов как элементов прохода междуэтажных перекрытий является легкость их практической реализации и простота установки в них огнезадерживающих заглушек в соответствии с требованиями норм противопожарной безопасности.

Закладные трубы отличаются от рукавов практически только большей длиной. Наряду с техническими помещениями широко практикуется их использование также для организации кабельных трасс между нишами в стенах здания. Пример реализации закладных труб изображен на рис. 3.27.

Задаваемый стандартом EIA/TIA-569 внутренний диаметр труб и рукавов для прокладки магистральных кабелей составляет 100 мм. BICSI в своих рекомендациях допускает применение труб меньшего диаметра. Однако при этом следует помнить, что их использование не приносит какого-либо заметного финансового выигрыша и сопровождается заметным ухудшением гибкости кабельной системы.

При использовании трубчатых элементов следует особенно внимательно контролировать величину их заполнения. Это необходимо из-за того, что в случае превышения предельного значения возникают проблемы как с прокладкой нового кабеля вообще, так и с допустимыми усилиями протяжки из-за повышенного трения. Данные по количеству кабелей с различным внешним

диаметром, которые прокладываются в закладных трубах наиболее распространенных на практике размеров, приводятся в табл. 3.26 (раздел 3.8.2.4).

3.7.2. Конструктивные требования к стоякам

Предусмотренные в резерв под будущее расширение кабельной системы и неиспользуемые в данный конкретный момент рукава и закладные трубы аналогично слотам должны быть заделаны заглушками из негорючего материала в соответствии с требованиями, изложенными в разделе 7.1.

Вне зависимости от вида строительных конструкций, на основе которых осуществляется формирование телекоммуникационных стояков трасс подсистемы внутренних магистралей, их обязательной составной частью являются элементы крепления прокладываемых кабелей. Эти элементы препятствуют растяжению кабелей под действием собственного веса и появлению недопустимо малых радиусов изгиба в местах его поворота.

Расстояние между элементами крепления известными нормативными документами на международном уровне не задается, и в этой ситуации проектировщики пользуются национальными и фирменными стандартами. Фирма Molex рекомендует располагать элементы крепления вертикального участка одиночного кабеля или кабельных пучков на расстоянии 90 см друг от друга, причем на каждый этаж должно приходиться минимум три точки крепления. Дополнительно для случая одиночного кабеля в месте перехода от горизонтального участка к вертикальному сразу под изгибом устанавливается поддерживающий захват на основе чулка, причем рабочая часть чулка должна охватывать минимум 30 см длины оболочки кабеля. При переходе только с одного этажа на другой разрешается обходиться без элементов крепления. Другой производитель СКС, швейцарская компания Reichle & De-Massari, устанавливает шаг расположения элементов крепления вертикальных участков отдельных кабелей и их пучков в 610 мм. Сходные рекомендации дает монография [55], согласно которой расстояние между элементами крепления не должно превышать 1–2 м.

Отечественный СНиП 3.05.07-85 в пункте 3.141 задает расстояние между точками крепления волоконно-оптического кабеля на несущих конструкциях при вертикальной прокладке по всей длине в 1 м. Другой отечественный нормативно-технический документ – отраслевые нормы ОСТН-600-93, пункт 2.125 – рекомендует крепить кабели, прокладываемые в вертикальных трубопроводах, на каждом этаже, но не реже чем через каждые 10 м. Абсолютно аналогичную рекомендацию в отношении магистральных волоконно-оптических кабелей дают специалисты английской компании ITT NS&S. Если же длина участка вертикальной прокладки превышает 10 м и отсутствует возможность крепления кабеля на каждом этаже, то согласно пункту 3.338 упомянутых выше отраслевых норм кабель должен быть предварительно скреплен со стальным канатом перевязочной проволокой диаметром 1,5 мм через каждые 500 мм. Концы стального каната следует надежно прикрепить к стене или иным капитальным конструкциям.

Конкретное конструктивное исполнение элемента крепления выбирается в зависимости от типа кабеля с учетом допустимого раздавливающего усилия. Общим требованием для их конструкции наряду с эффективностью и удобством фиксации является необходимость равномерного распределения усилия прижатия по всей площади рабочего органа этого элемента.

В зависимости от размеров и архитектурных особенностей здания для прокладки кабелей СКС могут быть использованы один или несколько стояков. Решение с одним стояком и одной КЭ на этаж используется только в тех ситуациях, когда из этой кроссовой могут быть проложены горизонтальные кабели длиной не более 90 м до розеточных модулей всех информационных розеток на этаже. Во всех остальных случаях следует проектировать несколько стояков. Другим вариантом является организация дополнительных кроссовых этажа без выделенных для них стояков, но связанных прокладываемыми горизонтально магистральными кабелями с другими стояками. Для увеличения живучести СКС в целом трассы кабелей, формирующих линейную часть подсистемы внутренних магистралей,

желательно проектировать с использованием двух или более пространственно разнесенных стояков.

3.7.3. Расчет площади поперечного сечения каналов для прокладки магистральных кабелей

Эффективную площадь поперечного сечения вертикального кабельного канала подсистемы внутренних магистралей в соответствии с общими принципами построения СКС целесообразно определять исходя из обслуживаемой им рабочей площади или, что эквивалентно, по количеству рабочих мест. Действующие нормативно-технические документы используют этот параметр для задания геометрических размеров слота и количества рукавов стандартного диаметра 100 мм (см. табл. 3.20 и 3.21). Исходя из относительно небольшой протяженности вертикальных участков кабельных трасс данные табл. 3.20 могут быть распространены также на остальные вертикальные трубчатые элементы формирования каналов подсистемы внутренних магистралей.

Таблица 3.21. Рекомендуемое количество рукавов диаметром 100 мм в зависимости от размеров обслуживаемой рабочей площади

Обслуживаемая рабочая площадь, м ²	Число рукавов
< 5000	3
5000–10000	4
10000–30000	5–8
30000–50000	9–12

Сравнение табл. 3.20 и табл. 3.21 показывает, что слот изначально рассматривается как более предпочтительный элемент в случае организации кабельных трасс магистральных подсистем зданий с большой площадью¹.

Анализ данных табл. 3.20 и табл. 3.21 показывает, что они относятся к случаю офисных зданий с большими площадями, размеры которых не характерны для нашей страны. Ниже предлагается метод расчета площади кабельного канала для организации трасс подсистемы внутренних магистралей, позволяющий ликвидировать этот пробел. Он основан на расчете площади кабельного канала по количеству N рабочих мест, организуемых на обслуживаемой рабочей площади. Такой подход является полностью эквивалентным предыдущему, так как количество информационных розеток в правильно спроектированной СКС пропорционально обслуживаемой рабочей площади.

Линейная часть подсистемы внутренних магистралей образуется в подавляющем большинстве случаев волоконно-оптическими кабелями внутренней прокладки и кабелями из витых пар категорий 3 (обоснование этого положения будет выполнено далее в разделе 4.5.1). В табл. 3.22 приведены расчеты удельной

¹ При принятии решения о выборе типа конструктивного исполнения вертикального стояка можно руководствоваться эмпирическим правилом о том, что один слот заменяет три рукава или закладных грубы.

плотности конструкции этих изделий. Их результаты показывают, что в современных магистральных кабелях для использования внутри зданий на одну пару многопарного кабеля категории 3 и один световод в буферном покрытии диаметром 0,9 мм волоконно-оптического кабеля, наиболее часто применяемых на практике вариантах их исполнения, расходуется примерно по 3 мм² площади поперечного сечения кабельных изделий.

Таблица 3.22. Удельная плотность конструкции в мм² на волокно и витую пару категории 3 магистральных кабелей внутренней прокладки (на примере продукции концерна CDT)

Волоконно-оптические кабели

Кол-во волокон	4	6	8	12	Среднее
Plenum	3,86	3,07	3,14	2,16	3,06
Riser	5,10	4,11	3,52	2,76	3,87

Электрические кабели из витых пар категории 3

Кол-во пар	25	50	100	200	Среднее
Plenum	3,10	3,56	2,56	2,83	3,01
Riser	2,70	2,92	2,73	2,75	2,78

В дальнейшем в разделе 4.4.3 будет показано, что электрический кабель типа витой пары категории 3 подсистемы внутренних магистралей рассчитывается исходя из обеспечения функционирования 2-парных цифровых телефонных аппаратов, а по волоконно-оптическому кабелю передаются сигналы портов up-link-модулей концентраторов или коммутаторов ЛВС. Одна волоконно-оптическая линия, которая в подавляющем большинстве случаев реализуется на основе пары световодов, поддерживает функционирование пользовательских рабочих станций на десяти рабочих местах (см. далее раздел 4.5.1). На основании этой информации можно записать основное уравнение, связывающее между собой количество N рабочих мест и площадь S поперечного сечения канала вертикального стояка, через который проходят магистральные кабели, обеспечивающие их работоспособность:

$$\frac{N \times 2 \times 3 + 2 \times (N/10) \times 3}{k_2 \times k_1 \times 10^6} = S_{\text{мм}^2} \quad (3.4)$$

где k_2 – коэффициент заполнения кабельного канала;

k_1 – коэффициент использования площади кабельного канала (см. раздел 3.5.2).

При $N = 1250$, $k_2 = 1$ (100-процентное заполнение) и $k_1 = 0,4$ (по данным табл. 3.10) и в соответствии с положениями раздела 3.5.2.2 получаем $S = 20625 \text{ мм}^2$.

Проведем сравнение полученного результата со значениями, приведенными в табл. 3.21. На площади в 5000 м² может быть размещено от 500 до 1250 рабочих мест. При этом рекомендуемая суммарная площадь трех трубчатых стояков

диаметром 100 мм составляет 23700 мм², то есть примерно с 15-процентным запасом перекрывает значение, рассчитанное по формуле 3.4 и необходимое для размещения магистральных кабелей подсистемы внутренних магистралей.

Общая рабочая площадь S_w этажа связана с количеством организуемых на ней рабочих мест линейным соотношением $S_w = S_1 \times N$. Поэтому из формулы 3.4 получаем следующее полезное для практики удельное соотношение, достаточно часто применяемое в процессе определения необходимой площади каналов стояков при отличии обслуживаемой рабочей площади от 5000 м²:

$$g = \frac{S_1}{S_w} = \frac{16,5}{S_1} \text{ мм}^2/\text{м}^2 \quad (3.5)$$

В частности, для наиболее часто встречающихся на практике случаев $S_1 = 4 - 6 \text{ м}^2$ (см. раздел 4.3.1) имеем $g = 2,8 - 4,1 \text{ мм}^2/\text{м}^2$.

Отметим, что рассматриваемый здесь метод дает достаточно хорошие результаты в процессе расчета габаритов не только стояков, но и горизонтальных кабельных каналов произвольной разновидности и широко используется в дальнейшем.

3.7.4. Элементы формирования кабельных трасс на горизонтальном участке

3.7.4.1. Закрытая прокладка кабелей

Общей характерной чертой этого способа прокладки является наличие той или иной конструкции (капитальная или декоративная стенка, фальшпотолок, крышка и т.д.), закрывающая непосредственный доступ обслуживающего персонала и посторонних лиц к кабельным изделиям.

Для прокладки магистрального кабеля на горизонтальном участке трассы по закрытой схеме возможно применение коробов, труб, лотков и других конструкций. Такие элементы обычно используются для прокладки кабелей горизонтальной подсистемы и будут рассмотрены в разделах 3.8.2 и 3.8.3. Непосредственное крепление кабеля к стене или капитальному потолку применяется обычно при наличии фальшпотолка. При этом все фиксирующие компоненты могут быть классифицированы на элементы непосредственного крепления и крепления с помощью пластиковой стяжки. Элемент непосредственного крепления (однолапковая или двухлапковая скоба, скрепы различных видов и др.) прижимает кабель к потолку или стене. Фиксация элементов данной разновидности согласно отраслевым нормам ОСТН-600-93, пункт 2.131 может производиться:

- гвоздем, шурупом или винтом, ввинчиваемым или забиваемым в пластмассовую пробку-дюбель, устанавливаемую в просверливаемые или пробитые гнезда;
- дюбель-гвоздем, пристреливаемым монтажным пистолетом;
- клеем, прошедшим соответствующие испытания.

В случае использования пластиковой стяжки необходимым дополнительным компонентом ее крепления к несущей поверхности служит дюбель-кольце, анкер-клин или иной функционально аналогичный им элемент.

Достаточно часто для прокладки многопарных кабелей из витых пар применяются траверсы и подвесы. Траверс представляет собой Г-образный элемент, который крепится к стене, потолку или отдельной несущей конструкции и может иметь как прямое, так и U-образное окончание поддерживающей части. Подвес имеет значительно более компактную конструкцию, но обладает меньшей емкостью. Он конструктивно выполняется в виде замкнутой разрезной детали с отверстиями под крепежные винты или шурупы. Обычно подвес имеет в сечении прямоугольную или близкую к ней форму, ширину 35–50 мм и изготавливается из стали толщиной 2,5–4 мм. Расстояние между элементами рассматриваемой разновидности по известным ТУ зарубежных изготовителей в подавляющем большинстве случаев должно быть не более 1,5 м. Известны лишь единичные фирменные нормы, увеличивающие разрешенное значение этого параметра до 2 м [56]. Отечественные нормы, например СНИП 3.05.07-85 [57], пункт 3.141, требуют, чтобы расстояние между опорами не превышало 1 м вне зависимости от варианта исполнения. Общим недостатком траверсов и подвесов как монтажных элементов является то, что они не обеспечивают поддержку прокладываемого кабеля по всей его длине и поэтому эффективны только для кабелей с повышенной жесткостью.

3.7.4.2. Открытая прокладка кабелей

Характерной особенностью структурированной кабельной проводки, прямо определяемой особенностями построения современных информационно-вычислительных систем и СКС, является сравнительно небольшое по сравнению с горизонтальной подсистемой количество витых пар и световодов магистральных кабелей. Данное положение в сочетании с высокой емкостью магистральных кабелей приводит к тому, что реализация магистральных связей может быть выполнена на основе немногочисленных кабелей, а зачастую – вообще на единственном. Линейные магистральные кабели обычно не проходят непосредственно через офисные помещения. В данной ситуации достаточно привлекательным оказывается решение построения некоторых участков линейной части магистральной подсистемы на основе открытой прокладки кабелей вне кабельных каналов. В частности, в зданиях старой постройки широко практикуется открытая прокладка вертикальных участков магистральных кабелей по лестничным клеткам. Из-за существенного ухудшения эстетических характеристик такое решение может быть рекомендовано только в отношении помещений с ограниченным доступом посторонних лиц. Для защиты от актов вандализма и неумышленных эксплуатационных повреждений на вертикальных участках кабель должен быть защищен от механических воздействий на высоту 2,3 м желобом из тонколистовой стали (см. рис. 3.24). Нижний конец желоба заделывается в перекрытии цементным раствором.

Проход кабелей через стены и перекрытия согласно отраслевым нормам ОСТН-600-93, пункт 2.133 должен осуществляться в неметаллических или стальных трубах, а также в коробах и проемах. Общим требованием к этим элементам является обеспечение ими норм противопожарной безопасности и выполнения требований к допустимому радиусу изгиба кабельных изделий (табл. 3.23).

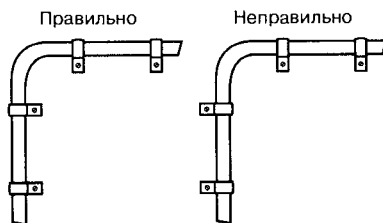
Таблица 3.23. Рекомендуемый TIA/EIA-569-A уровень максимального заполнения вертикальных трубчатых элементов магистральными кабелями и минимальный радиус изгиба трубопровода

Диаметр трубы «в свету», мм	Площадь трубы «в свету», мм ²	Максимальная заполняемая площадь мм ² , при использовании			Мин. радиус изгиба для кабелей со стальными упрочняющими элементами, мм	Мин. радиус изгиба для других кабелей, мм
		1 кабеля	2 кабелей	3 кабелей		
20,9	345	183	107	138	210	130
26,6	559	296	173	224	270	160
35,1	973	516	302	389	350	210
40,9	1322	701	410	529	410	250
52,5	2177	1154	675	871	530	320
62,7	3106	1646	963	1242	630	630
77,9	4794	2541	1486	1918	780	780
90,1	6413	3399	1988	2565	900	900
102,3	8268	4382	2563	3307	1020	1020
128,2	12984	6882	4025	5194	1280	1280
154,1	18760	9943	5816	7504	1540	1540

Кабели магистральных подсистем достаточно часто прокладываются в соответствии с правилами, действующими в отношении одиночных проводов (см. раздел 3.8.5). Для обеспечения условий нормальной эксплуатации магистральный кабель должен быть надежно зафиксирован в рабочем положении. Вне зависимости от вида используемого крепежного элемента расстояние между ними по горизонтали согласно отраслевым нормам ОСТН-600-93, пункт 2.131 должно составлять не более 350 мм, по вертикали – с шагом 500 мм, а в местах поворота кабеля крепежные элементы устанавливаются на расстоянии 100 мм от вершины угла в обе стороны. СНиП 3.05.07-85 в пункте 3.141 задает для волоконно-оптического кабеля независимо от типа его конструктивного исполнения несколько менее жесткие требования и в процессе прокладки по стене рекомендует крепить его по всей длине через 1 м.

В качестве примера применения отмеченных выше положений на рис. 3.28 изображены правила организации поворотов кабеля. Функции крепежного элемента в данном конкретном случае выполняют достаточно популярные на практике однолапковые скобы. Отметим, что нарушение правила установки фиксирующих скоб в отношении их ориентации в одну сторону сопровождается значительными неудобствами прокладки дополнительных кабелей по данной трассе, так как неизбежно приводит к их перехлестам.

Рис. 3.28. Принцип крепления кабеля на стене с помощью однолапковых скоб при изменении направления прокладки



3.7.4.3. Технические коридоры

Технические коридоры, галереи или туннели осуществляют на практике принцип открытой прокладки кабелей в пространстве, полностью закрытом для доступа посторонних лиц. Сооружения этого вида проектируются и реализуются в больших зданиях (аэропорты, вокзалы, учебные заведения, бизнес-центры и т.д.), в которых заранее предполагается установка большого количества кабельных систем самого различного назначения. Коридоры, располагающиеся в цокольной части здания, обычно примыкают к внешним стенам и полностью охватывают его по периметру. Правила устройства и оборудования технических коридоров во многом соответствуют аналогичным положениям в отношении коллекторов с малым поперечным сечением.

Укладка силовых и информационных кабелей производится на настенные консоли, монтируемые с одной или двух сторон коридора согласно нормам ОСТН-600-93 с разносом по горизонтали 0,8–1,0 м друг от друга. Расстояние по вертикали между соседними консолями выбирается равным не менее 100 мм. Минимальная ширина прохода между консолями составляет около 1,2 м.

3.8. Кабельные трассы горизонтальной подсистемы

3.8.1. Общие положения

Кабельные трассы горизонтальной подсистемы предназначены для прокладки по ним кабелей от КЭ до ИР рабочих мест. Большую часть трассы эти кабели прокладываются горизонтально, могут встречаться также вертикальные участки, не пересекающие междуэтажных перекрытий (исключением является крайне редко применяемый на практике метод прокладки через перекрытие, упомянутый далее в разделе 3.8.3.5). В случае реализации СКС, построенных по схеме с централизованным администрированием, часть вертикальных участков прокладки горизонтального кабеля может приходиться на область междуэтажного перехода. В качестве элемента формирования трассы, применяемого для организации такого перехода, в последнем случае используются вертикальные стояки различных разновидностей, подробно рассмотренные в разделе 3.7.

Исходя из соображений обеспечения функциональной гибкости, все нормативно-технические документы СКС рекомендуют рассчитывать емкость кабельных каналов горизонтальной подсистемы исходя из условия подвода к любому рабочему месту трех кабелей. Дополнительно стандарт ТИА/EIA-569-A требует, чтобы кабельные каналы рассматриваемой разновидности, предназначенные для соединения с КЭ центров управления, постов охраны и других аналогичных объектов, были независимы от кабельных каналов, которые обслуживают помещения для размещения пользователей.

Известны следующие принципы прокладки кабелей горизонтальной подсистемы:

- в конструкциях пола;
- под потолком;
- в настенных каналах (кабельных коробах);
- открытая настенная прокладка.

Каждое из этих решений может быть реализовано в нескольких вариантах, которые более подробно рассматриваются и анализируются ниже.

Общими требованиями, предъявляемыми к любой из рассматриваемых далее конструкций, являются:

- обеспечение тянущего усилия в процессе прокладки не выше 110 Н для горизонтальных 4-парных кабелей и 220 Н для 2- и 4-волоконных оптических кабелей;
- соблюдение минимального радиуса изгиба в процессе прокладки и эксплуатации;
- необходимость заземления всех их металлических элементов: труб, лотков, коробов и т.д.

При выборе варианта реализации кабельных каналов горизонтальной подсистемы в обязательном порядке учитываются конструктивные особенности прокладываемых по ним кабелей. В связи с тем, что данная разновидность кабельных трасс достаточно часто используется для прокладки по ним кабелей подсистемы внутренних магистралей, выбор варианта конструкции осуществляется с учетом характеристик одновременно обеих упомянутых выше разновидностей кабелей. Типовые данные по некоторым характеристикам электрических и оптических кабелей внутренней прокладки, широко используемых в процессе реализации кабельной проводки СКС и являющихся важными с точки зрения планирования и конструирования кабельных трасс, приводятся в табл. 3.24.

3.8.2. Кабельные трассы в конструкциях пола

Для скрытой прокладки кабелей горизонтальной подсистемы в полах зданий специальной постройки предусматриваются разнообразные каналы (рис. 3.29). Они формируются в процессе строительства, реконструкции или капитального ремонта. Вся совокупность этих конструкций можно классифицировать как:

Таблица 3.24. Основные параметры кабелей внутренней прокладки на примере продукции компании Mohawk/CDT

Тип кабеля	Емкость в волокнах или паров	Упрочняющее покрытие	Внешний диаметр, мм	Погонная масса, кг/км	Минимальный радиус изгиба, мм	
					Прокладка	Эксплуатация
Волоконно-оптические кабели						
M9X044	4	Кевлар	4,42	25	7,0	4,7
M9X046	8	Кевлар	5,64	31	7,6	5,1
M9X048	12	Кевлар	5,72	39	8,6	5,8
M9X612	24	Кевлар	12,52	149	19,0	12,6
Кабели из витых пар						
M54568	4 2	–	4,93	33	40	20
M56753	25 2 (cat 5)	–	11,94	179	96	48
M55700	25 2 (cat 3)	–	9,91	156	76	38

- подпольные каналы;
- ячеистые полы;
- фальшполы;
- закладные трубы.

Общим свойством перечисленных выше инженерных сооружений является скрытность прокладки и обеспечение за счет этого хороших эстетических показателей офисных помещений. Одновременно они создают эффективную защиту уложенных в них кабелей от механических воздействий, а в некоторых случаях — и от электромагнитных полей различной частоты. Основные параметры кабельных каналов в конструкциях пола, возможности применения, достоинства и недостатки обсуждаются ниже. Сразу же отметим, что традиционно в нашей стране наиболее широко, несмотря на присутствие им недостатки, используются закладные трубы. Остальные три конструкции встречаются на практике достаточно редко.

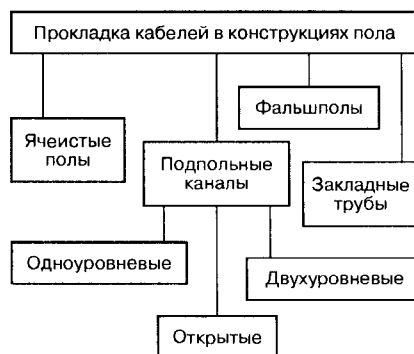


Рис. 3.29. Варианты организации трасс прокладки горизонтального кабеля в конструкциях пола

3.8.2.1. Подпольные каналы

Общие свойства

Подпольные каналы представляют собой специализированные металлические или пластиковые конструкции преимущественно с прямоугольным поперечным сечением. Каналы устанавливаются в структуре междуэтажного перекрытия перед «чистой заливкой» пола с преимущественной ориентацией параллельно или перпендикулярно капитальным стенам и перегородкам здания. Их применение позволяет получить эффективную защиту кабелей от механических повреждений,

уменьшить уровень внешних наводок и электромагнитного излучения при их изготовлении из металла, обеспечить скрытость прокладки. В качестве недостатков такого решения отметим высокую стоимость и достаточно большую продолжительность реализации, наличие требования по завершению монтажа до окончания строительно-монтажных работ и необходимость применения специальных напольных или подпольных коробок для доступа к электрическим и информационным розеткам. Одновременно устройство подпольных каналов сопровождается заметным увеличением суммарной массы строительных конструкций.

Подпольные каналы обычно образуют структуру, в которой можно выделить магистральную и распределительную подсистемы. По магистральным каналам прокладываются горизонтальные кабели от кроссовых, распределительные каналы используются для отвода кабелей от магистральных каналов до рабочих мест.

Иногда подпольные каналы делятся на несколько секций, в которые укладываются кабели различного назначения (информационные, силовые и т.д.).

В офисных зданиях расстояние между параллельными распределительными каналами следует выбирать в пределах от 1520 мм до 1825 мм, тогда как расстояние от внешней стены здания или несущей колонны до ближайшего распределительного канала должно составлять 450–600 мм. Количество, трассы прокладки и емкость магистральных каналов определяется по результатам проектирования распределительных каналов. Обычно расстояние между параллельными магистральными каналами принимается равным 18 м. Не исключается возможность формирования одного или нескольких главных магистральных каналов, каждый из которых обслуживает несколько обычных и обеспечивает ввод прокладываемых по ним кабелей в кроссовую или аппаратную.

Окончание кабельных каналов в помещении кроссовой проектируется таким образом, чтобы обеспечивать удобство вывода кабелей и их подключения к панелям коммутационного оборудования. Два наиболее часто применяемых на практике варианта конструктивного оформления концевых участков изображены на рис. 3.34 (см. раздел 3.8.2.4). Данное положение в полной мере распространяется также на рабочие помещения пользователей.

Площадь поперечного сечения каналов выбирается из расчета: каждые 10 м² рабочей площади здания согласно стандарту EIA/TIA-569 должны обслуживаться распределительными каналами с площадью поперечного сечения 650 мм² (один квадратный дюйм). В обоснование именно такого значения можно выдвинуть следующие аргументы. Согласно рекомендациям упомянутого выше стандарта на 10 м² площади располагается одно рабочее место, на котором монтируется ИР с тремя розеточных модулями. С учетом максимальных значений рекомендуемых коэффициентов заполнения и коэффициента использования (табл. 3.10) получаем площадь поперечного сечения канала на один горизонтальный кабель: $650 \times 0,25 \times 0,6 / 3 = 22,2 \text{ мм}^2$, что соответствует площади поперечного сечения типичного неэкранированного горизонтального кабеля категории 5е и 6.

Площадь поперечного сечения магистральных каналов естественным образом выбирается не меньше суммарной площади поперечного сечения всех обслуживаемых ими распределительных каналов.

Общим требованием к любой разновидности подпольных каналов является обеспечение в них возможности укладки кабелей без механических напряжений.

Разновидности подпольных каналов

На практике находит использование три разновидности подпольных каналов:

- одноуровневые;
- двухуровневые (рис. 3.30);
- открытые (рис. 3.31).

В системе одноуровневых подпольных каналов магистральные и распределительные каналы расположены на одном уровне относительно поверхности междэтажного перекрытия и отличаются друг от друга только площадью поперечного сечения. Это позволяет устанавливать их в зданиях с толщиной «чистого пола» от 63 мм и больше. В системе двухуровневых подпольных каналов магистральные и распределительные каналы располагаются на разных уровнях. Распределительные каналы обычно прокладываются выше магистральных. Для организации двухуровневых каналов толщина «чистого» пола должна быть не менее 100 мм.

В системе открытых каналов, которые можно рассматривать как «вырожденный» вариант одноуровневых каналов, их верхние поверхности, а также крышки подпольных коробок расположены на одном уровне с поверхностью чистого пола. Крышки таких каналов снабжаются откидной ручкой для подъема и стационарной или фиксируемой дверцей для ввода кабелей шнуров во внутреннее пространство коробки. Дополнительно BICSI накладывает определенные требования на крышки открытых каналов. Так, в частности, рекомендуется выполнять их из листовой стали толщиной 6,4 мм или иного равнопрочного материала. Масса крышки не должна превышать 30 кг.

Элементы для формирования линейной части открытых кабельных каналов может производить практически любое металлообрабатывающее предприятие. В качестве коробок лучше всего использовать удобные для монтажа и обладающие хорошей эстетикой специализированные конструкции, выпускаемые, например, немецкой компанией Ackermann [58].

Хорошие массогабаритные показатели позволяют устанавливать открытые кабельные каналы в зданиях с минимальной толщиной «чистого пола» 25 мм. Данный вид каналов наиболее прост в организации и обслуживании, но в то же время

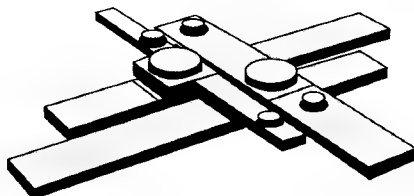


Рис. 3.30. Двухуровневые подпольные каналы

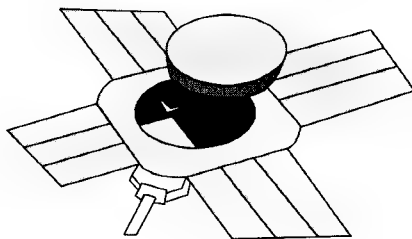


Рис. 3.31. Открытые подпольные каналы

обеспечивает минимальный уровень защиты проложенных в них кабелей от механических повреждений, заливания водой и несанкционированного доступа.

Таким образом, данная структура предназначена для обслуживания открытых офисов и функционально аналогичных им залов большой площади. В некоторых случаях распределительные каналы продолжают из-под пола во внутрестенные или настенные коробки, крышка которых располагается заподлицо с поверхностью стены. Не исключается также комбинированный вариант прокладки, согласно которому кабель выводится из подпольного канала у стены и дальнейшая его прокладка до рабочих мест выполняется в настенных коробах. Два последних варианта ориентированы в основном на офисные здания с кабинетной планировкой, которая является традиционным архитектурным решением для нашей страны.

3.8.2.2. Ячеистые полы

Ячеистые полы (рис 3.32) могут рассматриваться как одна из разновидностей подпольных каналов и представляют собой систему непрерывных полостей в бетонных плитах конструкции пола. Данная конструкция имеет практически те же свойства, достоинства и недостатки, что и подпольные каналы, за исключением эффективности экранирования электромагнитного излучения, однако, несколько превосходит их по емкости.

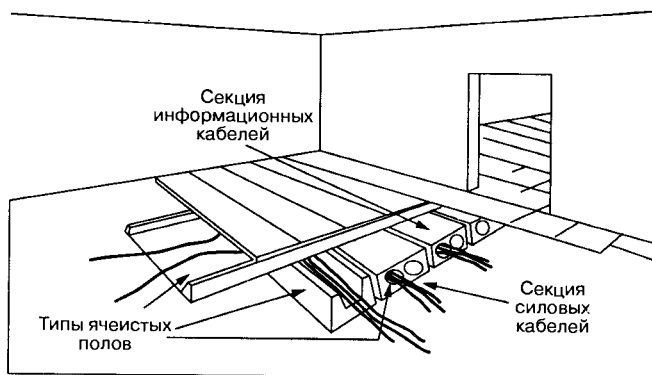


Рис. 3.32. Ячеистые полы

Из дополнительных требований к каналам, система которых формируется в случае применения ячеистых полов, укажем необходимость выполнения затирки их внутренней поверхности цементным раствором (отраслевые нормы ОСТН-600-93, пункт 2.61).

3.8.2.3. Фальшполы

Конструкция *фальшпола*, или съемного пола, детально не описывается действующими нормативно-техническими документами. К общим требованиям, предъявляемым к данной разновидности инженерных сооружений, следует отнести обеспечение:

- свободного и удобного доступа к кабельным трассам и прочим элементам инфраструктуры здания при выполнении различных операций по обслуживанию;
- устойчивости к горизонтальным усилиям при частично снятых плитах в процессе проведения различных работ;
- возможности выравнивания поверхности с помощью регулируемых опорных элементов;
- взаимозаменяемости плит.

Фальшпол традиционной конструкции (рис. 3.33) образуется квадратными плитками различного размера, устанавливаемыми впритык друг к другу на металлических стойках. Для отслеживания неровностей пола конструкция стойки должна предусматривать возможность регулировки высоты стоек. Несколько реже, в первую очередь из-за низкой технологичности, применяется укладка плиток на решетку сварного каркаса. Согласно рекомендациям BICSI предпочтительными размерами плиток фальшпола считаются габариты 464×464 мм. Плитки обычно изготавливаются из литого металла и имеют верхнее покрытие из гладкого прочного антистатического материала, позволяющего выполнять уборку пылесосом и влажным способом (табл. 3.25). В офисных помещениях допускается также применение плиток без фабричного покрытия с учетом последующей укладки на них ковролина.

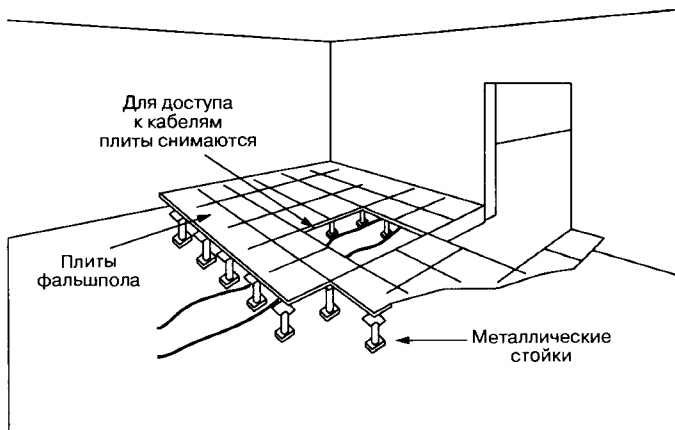


Рис. 3.33. Фальшпол

Таблица 3.25. Материал покрытия плит фальшпола

Тип помещения	Материал покрытия
Техническое	Ламинат высокого давления Винил или иной аналогичный полимер
Офисное	Кавролин

Высота подпольного пространства в соответствии с требованиями пункта 3.16 инструкции СН 512-78 должна быть не менее 200 мм. Согласно стандарту ТИА/ЕΙΑ-569-А в тех ситуациях, когда на подпольное пространство дополнительно накладывается функция обеспечения нагрева, вентиляции и кондиционирования, минимальная высота фальшпола в технических помещениях увеличивается до 300 мм.

На основании инструкции СН 512-78 конструкция фальшпола выбирается из расчета максимальной распределенной нагрузки в 1000 кг/м^2 и сосредоточенной нагрузки 250 кг в любой точке плиты с площадью 25 см^2 . Прогиб плиты под действием любой статической, динамической или ударной нагрузки не должен превышать 1 мм. Величина зазора между нижней кромкой обрешетки несущей конструкции фальшпола или его плитки и верхней поверхностью кабельного канала любой конструкции должна составлять не менее 50 мм. Плиты съемного пола в собранном состоянии должны плотно прилегать друг к другу, обеспечивая достаточную герметичность в стыках для предотвращения проникновения пыли и возможности влажной уборки.

Все металлические конструкции фальшпола должны быть заземлены.

Описанная выше разновидность фальшполов является классической и в подавляющем большинстве случаев закладывается в конструкцию здания еще на этапе его проектирования или капитального ремонта в архитектурной мастерской.

Кроме того, существуют так называемые низкопрофильные фальшполы с высотой свободного пространства менее 200 мм. Их отличительной особенностью является то, что они обеспечивают достаточно высокую эффективность прокладки кабелей и в том случае, если их применение не предусмотрено первоначальным проектом здания. Это свойство дает возможность системным интеграторам, которые осуществляют реализацию структурированной кабельной проводки, выполнять поставку и установку низкопрофильных фальшполов своими силами. Единственным ограничением их применения является требование по обеспечению относительно ровного монтажного основания.

Типичным примером продукции, относящейся к группе низкопрофильных фальшполов, является система Cable Management Flooring System компании Intercell. Ее основой является сборка из 16 так называемых пьедесталов высотой (в зависимости от варианта) 55 мм или 85 мм, объединенных в единое целое нижними плоскими перемычками. Сборка изготавливается из одного листа металла методом штамповки и укладывается на пол с дополнительной фиксацией на клею. Увеличение жесткости и прочности конструкции обеспечивается связью сборок друг с другом. Плиты фальшпола имеют размеры $500 \times 500 \text{ мм}$ при толщине 2 мм,

снабжены боковыми бортиками для укладки в фиксирующие пазы пьедесталов, одновременно выполняющими функции ребер жесткости, и нижним звукопоглощающим покрытием из нетканого материала. Надежность фиксации плит на пьедестале дополнительно обеспечивается их угловым креплением на винтах-саморезах с шайбой. Из дополнительных аксессуаров рассматриваемой системы отметим наличие в составе ее стандартных комплектующих элементов:

- подпольной коробки с устанавливаемой на нее крышкой в виде плиты фальшпола, причем в крышке предусмотрен интегрированный лючок для выхода кабелей;
- огнезащитного подпольного барьера из негорючего материала;
- уголков для оформления краевых участков и дверных проемов.

Основным эксплуатационным преимуществом фальшпола является то, что эта конструкция обеспечивает быстроту доступа к трассам и каналам прокладки кабеля, а также практически не накладывает ограничений ни на количество укладываемых кабелей, ни на направление их прокладки. В качестве дополнительного достоинства отметим сравнительно высокую механическую прочность фальшполов, которая достигает 1500 кг/м^2 и более, то есть превышает упомянутые выше действующие нормы с заведомым запасом. К недостаткам решения на основе фальшполов следует отнести уменьшение высоты помещения, возможность появления неприятных акустических эффектов и необходимость использования для прокладки специальных пожаробезопасных кабелей, так как пространство под фальшполом в подавляющем большинстве случаев относится к классу plenum-полостей.

Для прокладки кабелей под фальшполом достаточно часто применяются каналы в виде полностью закрытых металлических лотков относительно малого поперечного сечения с крышками. Отвод к напольным и подпольным коробкам различного вида для установки розеток в этом случае выполняется с использованием металорукава. Применение такого решения позволяет существенно снизить требования к уровню пожаробезопасности кабельных изделий.

3.8.2.4. Закладные трубы

Сеть *закладных металлических или пластмассовых труб* различного диаметра аналогично подпольным каналам с прямоугольным поперечным сечением устанавливается в структуре междуэтажного перекрытия перед «чистой заливкой» пола. Такая сеть может делиться на две подсистемы: магистральную и распределительную. Данное решение выгодно отличается от всех рассмотренных выше своей низкой стоимостью, однако, обладает ограниченной гибкостью и малой емкостью.

Сеть закладных труб согласно стандартам TIA/EIA-569 и ANSI/NECA/BICSI 568-2001 проектируется таким образом, чтобы в общем случае в ней отсутствовали секции, имеющие более двух изгибов под прямым углом между точками вытяжки кабелей или промежуточными вытяжными коробками, а также с длиной

выше 30 м. Отечественные отраслевые нормы ОСТН-600-93 в пункте 2.72 являются по этому параметру существенно более жесткими, так как ограничивают длину участка кабельного трубопровода без изгиба, проложенного между соседними протяжными коробками, величиной 15 м. На практике находит применение укладка в междуэтажное перекрытие одиночных закладных труб и их пакетов в однорядном и многорядном вариантах. Укладка труб согласно нормам ОСТН-600-93 осуществляется с уклоном в сторону одной из протяжных коробок. Разность уровней концов труб должна быть не менее 10 мм. Толщина слоя бетона или цементного раствора чистого пола над верхней в пакете трубой по СНиП 3.05.06-85 [59], пункт 3.48 должна составлять не менее 20 мм. В случае прокладки трубы в штробе стены минимальная толщина этого слоя в соответствии с пунктом 2.69 упомянутых норм может быть уменьшена до 10 мм.

В соответствии с положениями раздела 3.5.2 одним из основных критериев выбора размеров и конфигурации кабельного канала является тянущее усилие, прикладываемое к кабелю во время его протяжки. Применительно к закладным трубам это означает, что кроме диаметра и количества прокладываемых кабелей с определенной площадью поперечного сечения на величину усилия протяжки существенное влияние оказывает также радиус изгибов и их количество. Величина радиуса изгиба круглого кабельного канала подбирается с учетом диаметра трубы и типа прокладываемых в них кабелей. Так, в частности, BICSI рекомендует использовать в трубах с внутренним диаметром не выше 51 мм радиус изгиба не менее четырех внешних диаметров кабелей UTP, а в случае экранированных кабелей STP минимальное значение этого параметра увеличивается до шести внешних диаметров. При внутреннем диаметре свыше 51 мм, а также в случае использования трубной разводки для прокладки волоконно-оптических кабелей минимальный радиус изгиба должен составлять 10 внешних диаметров кабеля. Более удобной для практики представляется норма стандарта ANSI/NECA/BICSI 568-2001, согласно пункту 3.2.4.1 которого минимальный радиус изгиба трубы канала при ее внутреннем диаметре до 50 мм не должен быть меньше 6 внутренних диаметров, а при трубах с внутренним диаметром свыше 50 мм минимальный радиус изгиба должен превышать это значение не менее чем в 10 раз.

При изгибании труб согласно СНиП 3.05.06-85, пункт 3.46 рекомендуется применять нормализованные углы поворота 90°, 120° и 135° и нормализованные радиусы поворота 400 мм, 800 мм и 1000 мм. Значение радиуса 400 мм предпочтительно для организации вертикальных выводов (пример приведен на рис. 3.34). Нормы ОСТН-600-93, пункт 2.69 в дополнение к вышеуказанным разрешают

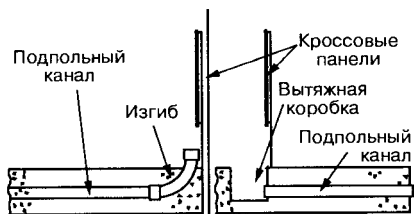


Рис. 3.34. Основные варианты реализации вертикального вывода кабелей из подпольных каналов в помещение кроссовой

применение нормализованных углов поворота 105° и 150°. Практика реализации проектов показывает однако, что подавляющее большинство закладных труб в линейной части выполняется прямолинейными.

Ни одна из закладных труб не должна в общем случае иметь более двух изгибов при угле поворота не более 90° каждый. Согласно зарубежным нормативно-техническим документам два и менее изгиба закладных труб не влияют на общую длину трубы между двумя протяжными коробками. Отечественные отраслевые нормы ОСТН-600-93, пункт 2.72 уменьшают длину участка до 8 м при однократном изгибе, а при двух устанавливают максимальное значение данного параметра в 6 м. При этом каких-либо ограничений на угол поворота трубы в месте изгиба не накладывается.

Количество изгибов в некоторых частных случаях может быть увеличено до трех с учетом возможности компенсации усилия тяжения, создаваемого изгибом закладной трубы. Фактически при этом на трассы подсистемы внутренней магистрали распространяются положения и рекомендации, действующие в отношении кабельной канализации (см. раздел 4.5.4.3). Для ограничения усилия тяжения на практике предлагается ряд мер. Так, фирма Molex рекомендует ограничивать общую длину трубы значением 9 м, а при большей длине для минимизации усилий, прилагаемых к прокладываемому кабелю, один из изгибов обязательно должен находиться на расстоянии не выше 30 см от того конца канала, который является входным по направлению прокладки. Согласно рекомендациям BICSI введение третьего изгиба не влияет на общую длину трубы, однако максимальное количество укладываемых в нее кабелей уменьшается на 15 % для минимизации коэффициента заклинивания.

Определение количества кабелей в зависимости от размеров закладных труб осуществляется расчетным путем в соответствии с методом, изложенным в разделе 3.7.3, или в соответствии с данными, приведенными в табл. 3.26.

Дополнительно приведем также некоторые положения по подготовке закладных труб к прокладке в них кабелей СКС. Во-первых, в процессе монтажа закладных труб в них оставляются протяжки из стальной проволоки. Во-вторых, внутренняя

Таблица 3.26. Емкость закладных труб различного диаметра

Внутренний диаметр трубы, мм	Кол-во кабелей или проводов при внешнем диаметре кабеля, мм									
	3,3	4,6	5,6	6,1	7,4	7,9	9,4	13,5	15,8	17,8
15,8	3	2	2	2	1	1	1	0	0	0
20,9	6	5	4	3	2	2	1	0	0	0
26,6	8	8	7	6	3	3	2	1	0	0
35,1	16	14	12	10	6	4	3	1	1	1
40,9	20	18	16	15	7	6	4	2	1	1
52,5	30	26	22	20	14	12	7	4	3	2
62,7	45	40	36	30	17	14	12	6	3	3
77,9	70	60	50	40	20	20	17	7	6	6
90,1	—	—	—	—	—	—	22	12	7	6
102,3	—	—	—	—	—	—	30	14	12	7

поверхность труб не должна иметь острых кромок и заусенцев. На концах труб согласно нормам ОСТН-600-93, пункт 2.69 во избежание повреждений оболочки кабеля необходимо устанавливать оконцеватели-втулки. И наконец, в-третьих, каждая труба маркируется с обоих концов уникальным идентификатором с указанием длины.

3.8.2.5. Вытяжные и технологические коробки

Вытяжные (иначе протяжные) коробки представляют собой конструкцию, устанавливаемую в структуре пола рабочих помещений. Такие же коробки предусматриваются в обязательном порядке на пересечении магистральных и распределительных каналов, а также в случаях значительной длины канала.

Использование рассматриваемых элементов делает процесс создания и последующей эксплуатации кабельной системы более легким и удобным. Проводя аналогию между различными магистральными подсистемами, можно констатировать, что протяжные коробки в здании функционально выполняют такие же функции, что и колодцы кабельной канализации на внешней магистрали. Единственным серьезным отличием между этими объектами является то, что в отличие от колодцев кабельной канализации подсистемы внешних магистралей протяжные коробки из-за своих относительно небольших габаритов (табл. 3.27) согласно стандарту EIA/TIA-569 не могут быть использованы для установки разветвительных муфт.

Таблица 3.27. Габаритные размеры стандартных протяжных коробок

Размер коробки	Ширина, мм	Длина, мм	Глубина, мм	Увеличение ширины на каждую дополнительную трубу, мм
21	100	300	75	50
27	100	400	75	50
35	150	500	75	75
41	200	675	100	100
53	200	900	100	125
63	250	1050	125	150
78	300	1200	125	150
91	300	1350	150	150
103	375	1520	200	200

Вытяжные коробки применяются в тех случаях, когда:

- длина трассы прокладки закладной трубы превышает 30 метров (6 м в случае подпольных каналов других типов);
- на трассе прокладки закладной трубы между точками вытяжки кабелей имеется более двух (в некоторых случаях трех – см. раздел 3.8.2.4) изгибов;
- в какой-либо точке требуется осуществить разветвление системы закладных труб.

Практически аналогично колодцам кабельной канализации протяжные коробки делятся на проходные, угловые и разветвительные. Дополнительно известно

также применение так называемых оконечных и установочных коробок, назначение которых ясно из названия.

Общим требованием к конструкции коробки является наличие на ее крышке замка или хотя бы простой задвижки. Крышка должна быть также снабжена резиновым или другим уплотнителем для защиты от попадания внутрь коробки пыли или влаги при влажной уборке полов.

Длина вытяжной коробки для прямого протягивания должна составлять не менее 8 внутренних диаметров самой большой входящей в нее трубы. Дополнительные требования к вытяжной коробке, накладываемые для обеспечения возможности протягивания с поворотом или петлей и обеспечивающие выполнение требований к минимальным радиусам изгиба кабелей СКС, включают в себя следующие положения:

- расстояние между каждым выходом закладной трубы и противоположной стенкой коробки должно составлять не менее 6 внутренних диаметров самой большой трубы;
- расстояние между торцами закладных труб, предназначенных для одного и того же кабеля, выбирается равным не менее чем 6 внутренних диаметров большей трубы;
- если закладная труба входит в днище вытяжной коробки, то глубина последней должна быть не менее суммы внутреннего диаметра самой большой трубы, выходящей в днище, и 6 внешних диаметров самого толстого кабеля.

Ввод закладных труб в протяжные коробки должен производиться в соответствии с правилами, в схематическом виде изображенными на рис. 3.35.

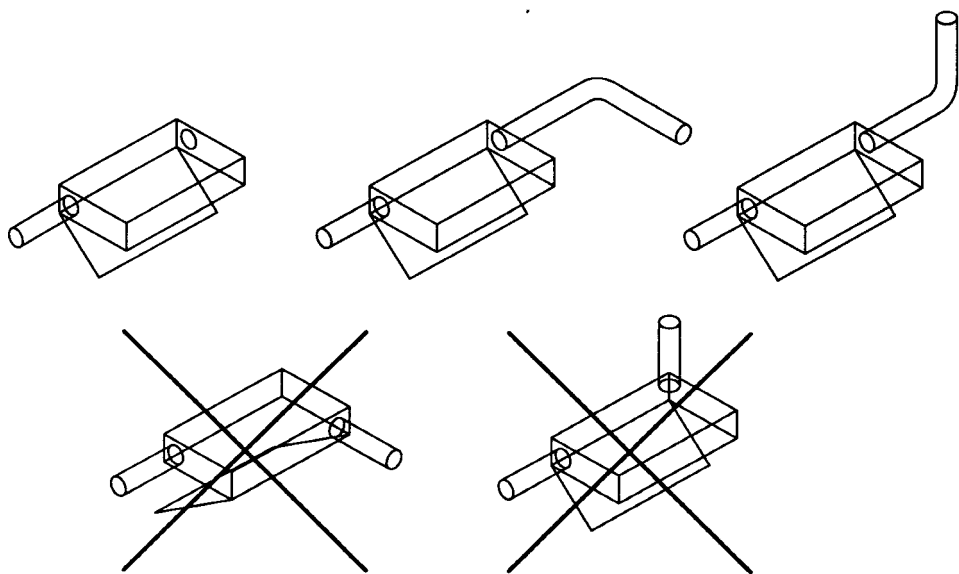


Рис. 3.35. Правила ввода закладных труб в протяжные коробки

В точках размещения рабочих мест устанавливаются напольные коробки с посадочными местами для монтажа информационных и силовых розеток. Крышки коробок должны располагаться на одном уровне с верхней поверхностью капитального или съемного пола.

3.8.3. Подпотолочные кабельные каналы

3.8.3.1. Требования к подвесному потолку

Практика реализации внутренней отделки рабочих помещений новых и капитально отремонтированных офисных зданий в нашей стране показывает очень частое применение в них подвесных потолков. Причина столь высокой популярности данного вида строительных конструкций заключается в том, что наличие подвесного потолка позволяет:

- компактно разместить кабельную проводку многочисленных силовых и слаботочных электрических систем современного здания, а также арматуру прочих систем инженерного обеспечения здания;
- обеспечить удобство текущей эксплуатации и развития кабельных и инженерных систем различного назначения;
- получить высокие эстетические показатели помещений офисного типа и различных коридоров;
- оптимизировать трассы прокладки кабелей и конструкции вводов в рабочие помещения.

Конструктивное исполнение подвесного потолка должно соответствовать нормам СН 512-78 и разрабатывается с учетом:

- обеспечения размещения кабелей различного назначения, воздуховодов и воздухораспределителей, аппаратуры потолочных люминесцентных светильников, установок газового пожаротушения, а также других аналогичных элементов и конструкций систем инженерного обеспечения здания;
- возможности осмотра и проведения профилактических и ремонтных работ в любом месте кабельной трассы и на произвольном элементе прочих инженерных систем.

В процессе прокладки кабелей горизонтальной подсистемы за подвесным потолком должны быть выполнены следующие основные условия:

- подвесные потолки должны иметь разборную конструкцию и располагаться на высоте не более 3,4 м от уровня пола;
- за подвесным потолком должно иметься достаточно свободного места для установки вспомогательных конструкций и выполнения операций протяжки кабелей (в частности, высота свободного пространства между верхней частью кабельного канала и перекрытием должна составлять не менее 300 мм);
- архитектурный проект здания должен обеспечивать наличие кабельных каналов для прокладки кабеля и/или хотя бы чистой поверхности стен или потолка для крепления к ней одиночных кабелей, их пучков и жгутов;

- процесс прокладки должен быть организован на основе проектных решений таким образом, чтобы исключить в рабочем положении фиксацию одиночных кабелей или их жгутов за элементы крепления подвесного потолка, а также укладку кабеля на элементы обрешетки подвесного потолка.

3.8.3.2. Кабельные каналы для применения за подвесным потолком

Для прокладки кабелей горизонтальной подсистемы под потолком, главным образом в технических помещениях, а также в помещениях и коридорах, оборудованных подвесным потолком, используются следующие виды кабельных каналов:

- воздушные желоба, или кабельросты, которые образованы двумя боковыми продольными несущими рельсами, трубчатыми или проволочными несущими элементами, соединенными поперечными перекладинами;
- проволочные, перфорированные или сплошные кабельные лотки без верхней крышки; более предпочтительным является применение лотков проволочного типа которые являются единственной из рассматриваемых конструкций, обладающей высокой гибкостью и поэтому очень эффективной для применения в стесненных условиях;
- закрытые кабельные лотки со съемной или откидной верхней крышкой, имеющие перфорированное или сплошное дно.

Все перечисленные выше конструкции в соответствии с отраслевыми нормами ОСТН-600-93, пункт 2.57 прокладываются, как правило, прямолинейно, горизонтально и в случае необходимости – вертикально. Конструкции канального типа могут иметь аксессуары: углы, переходники между каналами различного сечения, крышки, отводы, адаптеры к трубам и т.д. Наличие данных компонентов как существенно увеличивает функциональную гибкость рассматриваемой конструкции, так и делает процесс сборки кабельных каналов более легким и быстрым.

Площадь эффективного поперечного сечения открытых кабельных каналов согласно стандарту EIA/TIA-569 выбирается из расчета 650 мм² (один квадратный дюйм) на каждые 10 м² рабочей площади. Указанное значение относится к случаю наличия на этой площади одного рабочего места, обслуживаемого одной ИР с тремя розеточными модулями, и соответствует коэффициенту использования площади 0,1. При большей плотности размещения сотрудников и/или другого количества розеточных модулей приведенная выше ориентировочная величина должна быть соответствующим образом скорректирована.

Конструкция кабельных каналов (в первую очередь каналов лоткового типа) должна исключать возможность скапливания в них влаги. Для этого используют как монтажные приемы (установка с наклоном), так и конструктивные мероприятия в виде применения штатных крышек и перфорации в днище, дополнительно выполняющей функции отверстий облегчения.

Крепление кабельных каналов подпотолочного типа осуществляется по двум основным схемам: с помощью боковых кронштейнов (крепление к стене), а также трапецевидных, П-образных или Г-образных скоб (крепление к потолку или несущей двутавровой балке). Стандартом ANSI/NECA/BICSI 568-2001, пункт

3.2.2.2 расстояние между элементами крепления кабельных лотков установлено в 1,5 м независимо от вида их конструктивного исполнения. Одновременно этот же стандарт задает значение максимального расстояния от элемента крепления до края лотка или точки срачивания двух секций величиной 610 мм. Дополнительно иногда выдвигается требование обеспечения величины прогиба при полной нагрузке не выше $1/100$ от длины пролета крепления. Это обосновывается, например, ссылкой на шведскую норму EL-AMA-98 [60]. Иногда используются другие расчетные критерии, и величина изгиба принимается равной не более $1/200$ от длины пролета в поле зрения и $1/100$ – вне поля зрения [61]. Для перфорированных и сплошных лотков, изготовленных из металла толщиной 0,75–1,25 мм, указанные значения соответствуют удельной нагрузке примерно 3–7 г/м×мм². Отметим также, что увеличение величины разноса между точками крепления выше 1,5 м хотя и допускается некоторыми производителями, однако, снижает допустимую нагрузку в два раза и даже более, соответствующим образом уменьшая эффективность использования канала, и поэтому не рекомендуется. Закрытые заземленные металлические лотки обеспечивают дополнительный уровень защиты проложенных в них кабелей от электромагнитного излучения. Для увеличения эффективности электромагнитной защиты кабелей СКС соединение отдельных секций таких каналов должно иметь минимальную индуктивность. На практике это означает, что величина воздушного зазора между отдельными секциями должна быть сведена к минимуму. Правила выполнения такого соединения изображены на рис. 3.36.

Полезным для практики является свойство кабельных каналов лоткового типа, позволяющее использовать их для укладки промежуточных муфт, а также других аналогичных и сходных изделий. При этом оборудование точек перехода

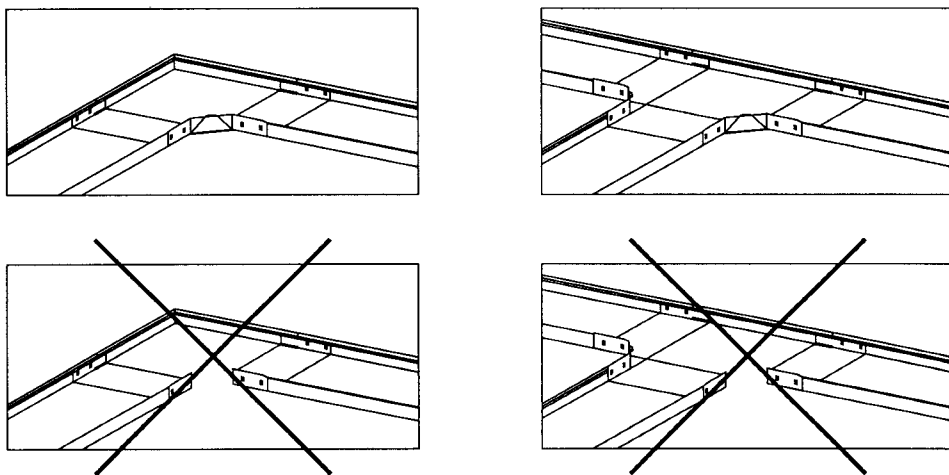


Рис. 3.36. Правила соединения отдельных секций закрытых металлических кабельных каналов

и консолидационных точек, которое чаще всего представляет данный вид изделий, может эксплуатироваться без крепления к стене.

В процессе проверки готовности кабельных каналов к укладке кабеля особое внимание должно быть уделено контролю отсутствия на внутренней поверхности острых углов и заусенцев, повреждающих оболочки кабеля. Из аналогичных соображений не рекомендуется разрывать кабельные каналы при прокладке через проемы в стенах. При возникновении такой необходимости следует выполнять переход на другой вид канала, например, устанавливая между коробами пластмассовую трубу. По окончании прокладки оставшиеся свободными части проемов заделываются огнеупорным материалом в соответствии с правилами, приведенными в разделе 6.4.2.

Металлические элементы кабельных каналов обязательно должны быть заземлены.

Высота свободного пространства между верхней кромкой канала и капитальным потолком должна быть не менее 300 мм. Доступ к кабельным каналам не должен ограничиваться конструкциями других инженерных систем здания (например, вентиляционными коробами).

3.8.3.3. Некоторые правила прокладки кабелей в каналах лоткового типа

На практике находит применение несколько разновидностей прокладки кабелей и их жгутов в лотках и функционально аналогичных им конструкциях. Всю совокупность этих методов можно разделить на прокладку рядами, пучками и пакетами. При однослойной прокладке расстояние между отдельными кабелями должно быть не менее 5 мм, при прокладке пучками – не менее 20 мм. В случае использования так называемой многослойной прокладки отдельные кабели идентичного функционального назначения могут укладываться в лоток без промежутков [62].

Прокладка отдельных кабелей и сформированных из них пакетов производится параллельно бортам и симметрично относительно оси симметрии лотков.

Расстояние между точками крепления в открытых лотках (желобах) согласно отраслевым нормам ОСТН-600-93, пункт 2.119 должно составлять не выше 1 м. На поворотах или ответвлениях крепления должны располагаться на расстоянии 0,5 м до и после поворота или ответвления. В закрытых коробах на горизонтальных участках согласно пункту 2.120 упомянутых норм прокладка кабелей и проводов осуществляется без крепления.

В том случае, если в одном лотке одновременно прокладываются оптические кабели и кабели их витых пар, сначала в лоток укладываются более тяжелые кабели из витых пар, а затем сверху на них оптические кабели. При этом сама прокладка должна выполняться таким образом, чтобы оптические кабели не оказывались между кабелями из витых пар и не сжимались ими. Данное положение должно особенно строго выполняться в отношении оптических кабелей внутренней

прокладки, облегченные упрочняющие покрытия которых обеспечивают лишь минимальный уровень защиты элементов сердечника от сдавливающих усилий.

Силовые кабели и кабели СКС желательно прокладывать по разным кабельным каналам или, по меньшей мере, в различных секциях одного короба. В последнем случае они в обязательном порядке отделяются друг от друга перегородкой, обеспечивающей их непрерывное пространственное разделение. Кроме того, следует контролировать разнос кабелей различного функционального назначения в соответствии с действующими нормами, приведенными в разделе 3.9.

3.8.3.4. Элементы поддержки и точечной фиксации

Кроме изделий канального типа в процессе прокладки горизонтальных кабелей для формирования кабельных трасс находят применение элементы поддержки и точечной фиксации. Общей чертой данных компонентов является то, что они удерживают кабель в определенном положении не по всей его длине, а только на очень ограниченном участке (то есть фактически в точке). Главный отличительный признак этих элементов состоит в том, что элемент поддержки не препятствует перемещению кабеля или даже их пучка в горизонтальном направлении, а элемент фиксации удерживает кабель от таких перемещений за счет плотного охвата крепежным хомутом.

Элементами поддержки являются кабельные подвесы в различных вариантах конструктивного исполнения. Эти изделия наиболее эффективны при работе с относительно небольшими жгутами проводов.

Несколько менее широкое распространение получили консольные крюки (J-hook) и кабельные траверсы, что объясняется главным образом их худшими массогабаритными показателями и большей стоимостью из-за значительной металлоемкости. Основное отличие этих элементов состоит в том, что консольный крюк крепится обычно к стене, а кабельный траверс – к потолку. В последнем случае крепление очень часто реализуется на основе двух стальных прутьев с резьбой на концах под фиксирующую гайку. Рабочая часть кабельного траверса для обеспечения необходимой механической прочности, как правило, изготавливается из тавровой балки. При этом балка должна обязательно располагаться полкой вверх для предотвращения эффекта передавливания провода под действием собственной тяжести (рис 3.37). Особенно жестко данное

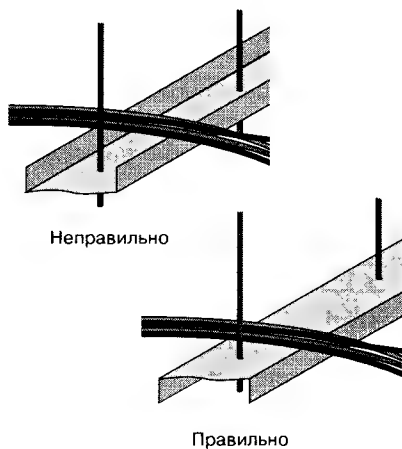


Рис. 3.37. Правила устройства кабельных траверсов из тавровой балки

требование должно соблюдаться в отношении кабелей УТР категории 6 классического исполнения без центрального сепаратора в конструкции, отличающихся

большой чувствительностью электрических параметров к внешним механическим воздействиям [53]. Не исключается использование мягких подвесов, выполненных из короткого отрезка полотнища прочной ткани (рис. 3.38).

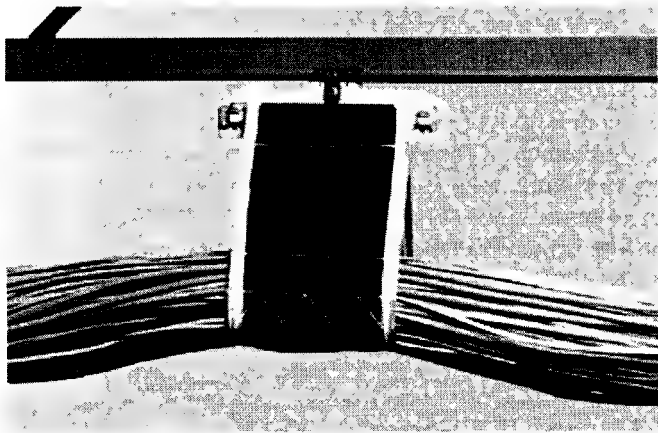
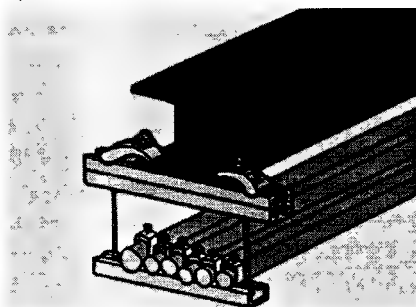


Рис. 3.38. Мягкий подвес

Кроме установки кабельных траверсов и крюков соответственно на потолок и стену, может применяться их монтаж на двутавровую балку (рис. 3.39). Данный элемент тем или иным способом крепится под потолком и является центральной силовой несущей конструкцией коммуникаций различного назначения¹.

а)



б)

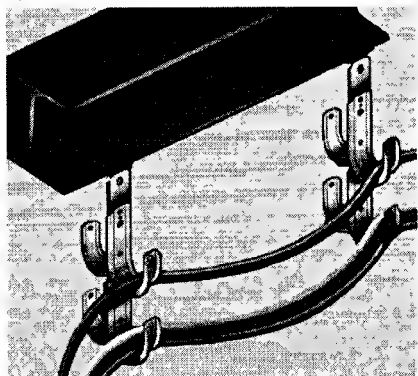


Рис. 3.39. Использование двутавровой балки в качестве основы несущих элементов коммуникаций различного назначения:

а) для установки траверсов; б) для установки поддерживающих крюков

¹ Решения на основе несущей двутавровой балки пользуются достаточно большой популярностью в Западной Европе. В нашей стране по состоянию на конец 2001 года они широкого распространения не получили.

Аналогично магистральным кабелям при прокладке пучка горизонтальных кабелей допускается его непосредственное крепление к стене или потолку с помощью элементов точечной фиксации. Функции таких изделий могут выполнять дюбель-кольце, анкер-клин или иной аналогичный фиксатор с отверстием под пластиковую стяжку или ленту-липучку.

В случае прокладки одиночного провода в качестве элемента фиксации возможно использование самоклеющейся или снабженной отверстиями для крепежного винта площадки с проушиной под стяжку (рис. 3.40а).

В подавляющем большинстве случаев элементы точечной фиксации одинаково легко могут устанавливаться как на горизонтальной, так и на вертикальной поверхности. Существенно реже встречаются элементы, которые могут эффективно работать только на горизонтальной поверхности, например предлагаемый фирмой Rehaу кабельный фиксатор в форме прижима (рис. 3.40в).

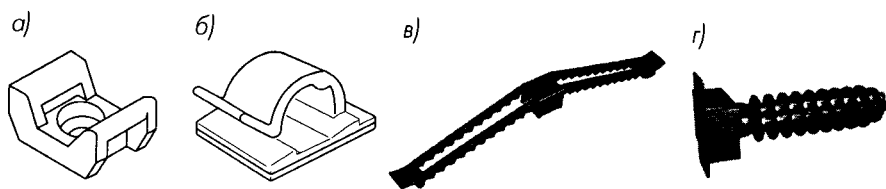


Рис. 3.40. Элементы крепления одиночных проводов:
а) площадка под стяжку; б) клипса; в) фиксатор-прижим; г) дюбель-кольце

3.8.3.5. Способы подвода кабелей к рабочим местам

Полную совокупность вариантов прокладки горизонтальных кабелей до рабочих мест, применяемых на практике, можно разделить на четыре основных способа (рис. 3.41).

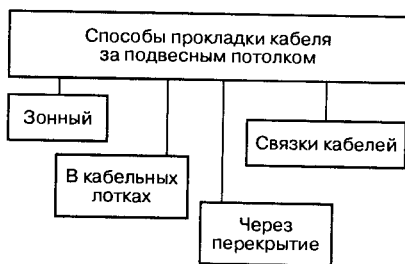


Рис. 3.41. Варианты прокладки горизонтального кабеля за подвесным потолком

Согласно «зонному» методу обслуживаемая площадь разбивается на зоны. В соответствии со стандартом TIA/EIA-569 площадь зоны не должна превышать 72 м^2 , BICSI дает схожую рекомендацию и определяет площадь зоны в пределах от 34 до 84 м^2 . Информационные розетки, обслуживающие конкретную зону, монтируются на ее площади с использованием вертикальных коробов или колонн, которые своим верхним концом выводятся в пространство над фальшпотолком. В каждой зоне в классическом варианте реализации организуется точка перехода, до которой про-

кладывается многопарный кабель. От точки перехода горизонтальный кабель обычно по кратчайшему расстоянию доводится до короба или колонны и далее до розетки. Отметим только, что при этом в соответствии с действующими правилами

запрещается укладывать кабели непосредственно на обрешетку подвесного потолка и использовать в качестве элементов формирования кабельных трасс несущие конструкции подвесного потолка (рис. 3.42).

Возможна и достаточно часто реализуется на практике модификация «зонного» метода, применяемая к пучку горизонтальных кабелей. В этом случае кабели до зоны доводятся в виде жгута, а до розеток прокладываются уже индивидуально.

Достоинством рассматриваемого метода является простота его осуществления и достаточно высокая гибкость. Как недостаток отметим сложность реализации в тех случаях, когда в пространстве между капитальным и подвесным потолками присутствует значительный объем оборудования других систем инженерного обеспечения здания и системы освещения.

Отличительной особенностью способа *прокладки «пучка кабелей»* является формирование из кабелей, вводимых в помещение, жгута. Последний укладывается вдоль мест установки вертикальных сегментов декоративных коробов или колонн с креплением к стене или к потолку. При проходе мимо короба или колонны из пучка отводится один или несколько кабелей, которые спускаются до информационных розеток. Отвод отдельных кабелей от жгута рекомендуется выполнять таким образом, чтобы направление прокладки отводимого кабеля образовывало со жгутом прямой угол (рис. 3.43).

Достоинством рассматриваемого решения является его высокая гибкость, простота реализации и уменьшение наводок от ламп дневного света в тех случаях, когда прокладка выполняется вдоль стен.

Способ *прокладки «в кабельных лотках»* предполагает, как это следует из названия, наличие в помещении одного или нескольких кабельных лотков с соответствующими аксессуарами (рис 3.44). Возможные разновидности конструкций этого типа рассмотрены в разделе 3.8.3.2.

Габаритные размеры открытого лотка в его рабочей части согласно стандарту EIA/TIA-569 выбираются с привязкой к общему количеству обслуживаемых рабочих мест. При этом на каждом рабочем месте согласно упомянутому стандарту может присутствовать в общей сложности три устройства,

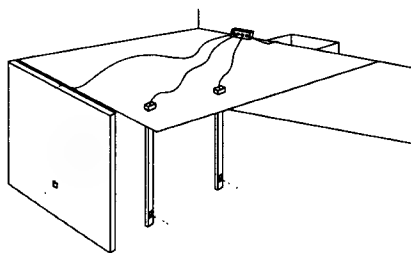


Рис. 3.42. «Зонный» метод

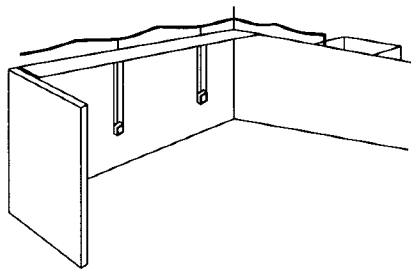


Рис 3.43. Прокладка «пучка кабелей»

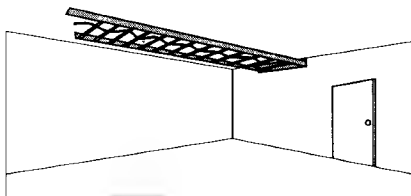


Рис 3.44. Прокладка
«в кабельных лотках»

функционирование которых в соответствии с концепцией построения СКС обеспечивается тремя горизонтальными кабелями. Нормативная площадь поперечного сечения лотка 650 мм² на одно рабочее место соответствует коэффициенту использования 0,1. Такие габаритные размеры лотка позволяют без каких-либо проблем прокладывать по ним кабели без дополнительного крепления стяжками.

Лотки на практике очень часто используются для совместной прокладки как силовых, так и информационных кабелей. В этом случае они делятся продольными перегородками на секции, каждая из которых используется для прокладки только определенной разновидности кабелей.

Пучок кабелей укладывается на лоток и, в случае необходимости, крепится к нему пластиковыми стяжками. При проходе розеток аналогично предыдущему методу из пучка отделяется один или несколько кабелей. К достоинствам метода относятся эффективная защита кабелей от механических воздействий и простота организации дополнительных линий. В качестве недостатка укажем на сложность реализации и повышенный вес потолочных конструкций. На основании этого данный метод применяется в основном в служебных помещениях и при прокладке в коридорах.

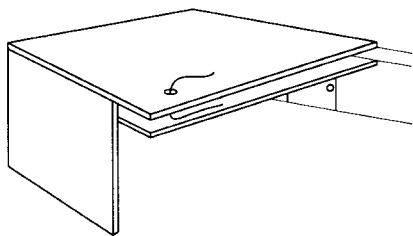


Рис 3.45. Прокладка «через перекрытие»

При использовании метода *прокладки «через перекрытие»* кабель на рабочее место протягивается через отверстие в капитальном междуэтажном перекрытии из-за подвешенного потолка нижнего этажа (рис 3.45). Из-за сложности выполнения правил противопожарной безопасности и снижения механической прочности перекрытий такое решение может применяться только в крайних случаях, когда прокладка остальными способами невозможна по тем или иным причинам или сопряжена со значительными трудностями.

Кроме рассмотренных выше основных способов прокладки, на практике на различных участках трассы часто используется те или иные их комбинации, выбор которых определяется конкретными местными условиями.

При прокладке кабелей за фальшпотолком особое внимание должно уделяться вопросам обеспечения пожарной безопасности, так как пространство между капитальным и подвесным потолками в подавляющем большинстве случаев относится к классу *plenum*-полостей. Для этого, в частности, используются кабели соответствующего класса по пожарной опасности, применяются закрытые конструкции из негорючих материалов и другие мероприятия, которые будут рассмотрены в главе 7.

3.8.4. Прокладка кабелей в настенных и внутристенных каналах

Настенные и внутристенные кабельные каналы предназначены для прокладки кабелей до информационных розеток, установленных на стене рабочего помещения персонала на удобной для использования высоте (ограничение на этот

параметр см. далее в разделе 3.10.2). В некоторых случаях (главным образом, при отсутствии фальшпотолков) кабельные каналы рассматриваемой разновидности используются для прокладки жгутов горизонтальных кабелей на участке от выхода из кроссовой до входа в помещение с информационными розетками. На практике достаточно редко встречается также применение настенных каналов для прокладки кабелей магистральных подсистем на совпадающих участках трасс с пучками или одиночными кабелями горизонтальной подсистемы.

Могут быть использованы следующие разновидности кабельных каналов данного назначения:

- накладные кабельные каналы (декоративные короба или плинтусы);
- скрытые кабельные каналы, которые монтируются в толще стены таким образом, чтобы на ее поверхность выходили только информационные и/или силовые розетки.

Промышленность серийно выпускает обе разновидности кабельных каналов. Однако сложившаяся практика реализации СКС показывает гораздо большую популярность их реализации в форме декоративных коробов. Это обусловлено относительно более высокой сложностью реализации внутристенных конструкций и необходимостью начала работ по их монтажу до завершения чистовой отделки помещений. Еще одним преимуществом коробов является простота прокладки и докладки кабелей, а также монтажа информационных и силовых розеток (см. далее раздел 3.10.2). Вопрос расчета количества декоративных коробов, а также их аксессуаров подробно рассматривается в разделе 5.1.

3.8.5. Особенности прокладки одиночных кабелей вне кабельных каналов

Прокладка одиночных кабелей вне кабельных каналов выполняется в тех ситуациях, когда прокладка кабелей пучками невозможна или нецелесообразна по тем или иным причинам. На практике необходимость реализации данного метода наиболее часто возникает в случае особо жестких требований заказчика в отношении стоимости реализации проекта. Встречается также задача подключения с помощью СКС к ЛВС оборудования, установленного в тех помещениях, где необходимость получения хороших эстетических показателей не является первостепенным параметром.

Трассы для прокладки одиночного кабеля должны:

- учитывать расположение в помещениях других видов проводки и в первую очередь – электрической силовой проводки;
- иметь минимальную протяженность, быть прямолинейными, параллельными архитектурным линиям помещения и обладать минимальным количеством пересечений с другими проводками;
- организовываться таким образом, чтобы их реализация требовала формирования минимального количества отверстий в капитальных стенах.

Прокладка одиночных проводов в рассматриваемом случае выполняется по схеме наружной проводки с использованием элементов точечной фиксации. Известно несколько разновидностей этих элементов, некоторые из которых изображены на рис. 3.40. В случае открытой прокладки кабеля должны проходить по стенам зданий на высоте 2,3–3,0 м от пола параллельно архитектурным линиям помещения и иметь расстояние не менее 50–100 мм от потолка. При этом на трассе прокладки дополнительно накладывается требование доступа к кабелю для обеспечения его обслуживания в любое время.

Одиночные кабели горизонтальной подсистемы могут рассматриваться как абонентская проводка – как ее трактует Руководство [45]. В силу этого на участках горизонтальной прокладки крепление кабеля осуществляется через каждые 250 мм, при вертикальной прокладке – через каждые 350 мм. В местах поворота кабель крепится на расстоянии 50 мм от вершины угла (рис. 3.46). Указанное правило должно соблюдаться вне зависимости от разновидности используемого крепежного элемента.

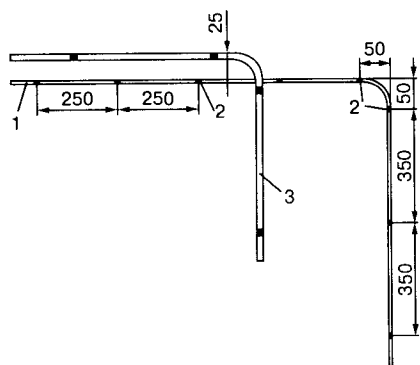


Рис 3.46. Прокладка горизонтального кабеля совместно с проводом электропитания:

1 – горизонтальный кабель; 2 – элемент крепления;
3 – силовой кабель

На участках параллельной прокладки с многопарными кабелями горизонтальные кабели могут располагаться как сверху, так и снизу (предпочтительно снизу), причем выбор их взаимного положения диктуется соображениями обеспечения минимального количества пересечений. При пересечении многопарного кабеля горизонтальным последний может огибать его сверху или же проходить под ним в штробе.

Любые виды кабелей связи СКС следует прокладывать ниже кабелей силовой электропроводки. Правила организации пересечений в этом случае изображены на рис. 3.46.

Для защиты кабеля от механических повреждений допускается использование плинтусов, а также наличников окон или дверей. При вводе в помещения через дверные проемы кабель прокладывается через отверстия, просверливаемые в углах коробки косяка. При этом в обязательном порядке принимаются специальные меры по соблюдению минимально допустимого радиуса изгиба.

3.9. Принципы и правила построения кабельной проводки СКС в зоне воздействия внешних источников мощного электромагнитного излучения

При характерной для современного офисного здания высокой насыщенности разнообразными электрическими и электронными устройствами самой различной мощности на практике неизбежно возникает проблема обеспечения нормального совместного функционирования различных систем (электромагнитной совместности).

Применительно к СКС это означает, что в процессе проектирования и реализации кабельной проводки требуется обеспечить работоспособность кабельных трактов в условиях воздействия на них самых разнообразных источников мощных электромагнитных полей различной частоты. В перечень таких источников, с которыми наиболее часто приходится встречаться на практике, входят:

- силовые кабели различного назначения;
- антенные системы радиопередатчиков большой мощности и радаров;
- флюоресцентные лампы дневного света;
- мощные электродвигатели и силовые трансформаторы;
- линейные кабели систем радиовещания, громкоговорящей связи и звукового оповещения.

Стандарты СКС начиная с 1995 года разрешают использовать для построения структурированной кабельной проводки только волоконно-оптические кабели и кабели из витых пар. Световоды волоконно-оптических кабелей по своей физической природе являются нечувствительными к внешним электромагнитным полям в плане их влияния на процесс передачи информационных сигналов. Потенциально проблема электромагнитной совместности может возникнуть только в кабельных трактах на основе симметричных электрических кабелей.

Высокая точность поддержания шага скрутки и точная балансировка отдельных пар современных симметричных кабелей СКС в неэкранированном варианте, а также низкое сопротивление связи проводящих защитных покрытий в широком частотном диапазоне для экранированных конструкций делают их достаточно устойчивыми к воздействию внешних наводок различных видов. Тем не менее в процессе создания структурированной кабельной проводки приходится соблюдать ряд требований, выполнение которых гарантирует нормальное функционирование трактов СКС на основе электрических кабелей.

В настоящее время в процессе построения структурированных кабельных систем используются три основных приема по снижению до приемлемого уровня внешних электромагнитных наводок, создаваемых в витых парах самыми разнообразными источниками:

- пространственное разнесение источников электромагнитных помех и кабелей СКС;
- ограничение длины совместной прокладки информационных и силовых кабелей;
- применение экранирования в индивидуальном (то есть отдельного кабеля и даже кабельного элемента) и групповом вариантах, причем данное решение используется как в отношении информационных, так и силовых кабелей.

Реализация каждого из этих мероприятий независимо от других приводит к уменьшению интенсивности электромагнитного поля, непосредственно действующего на отдельные элементы тракта передачи сигнала, построенного на основе витой пары. Поэтому достаточно часто они используются совместно для увеличения эффективности.

3.9.1. Совместная прокладка кабелей СКС и силовых кабелей

На рабочем месте среднестатистического пользователя, работающего в современном офисном здании, устанавливается телефон и подключенный к ЛВС персональный компьютер. Современный телефонный аппарат включается по так называемой схеме с центральной батареей, то есть получает необходимое для функционирования питание от УПАТС. Иная картина наблюдается в случае оконечных устройств ЛВС. Из-за значительной потребляемой мощности централизованное питание постоянным током рабочей станции является экономически нецелесообразным, и рядом с ИР необходимо предусматривать наличие одной или нескольких силовых розеток, соединенных с питающим генератором переменного тока напряжением свыше 50 В [64] силовыми кабелями (согласно справочнику [65] под изделиями данной разновидности понимают кабели, которые предназначены для передачи и распределения электрической энергии). Направления прокладки силовых и информационных кабелей в здании в основном совпадают, а высокая насыщенность современного офиса различными кабельными линиями не дает гарантии их большого пространственного разнеса. Совокупность указанных обстоятельств приводит к тому, что проектировщики наиболее часто сталкиваются с проблемой защиты от внешних электромагнитных помех именно в процессе решения задачи совместной прокладки кабелей СКС и силовых кабелей системы электропитания. По состоянию на середину 2001 года какие-либо международные нормативные документы, регламентирующие или рекомендуемые процедуры обеспечения работоспособности электрических трактов СКС, находящихся в зоне воздействия сильных электромагнитных помех, были неизвестны.

На общенациональном уровне правила совместной прокладки информационных и силовых кабельных линий с напряжением до 480 В нормирует американский стандарт EIA/TIA-569. Дополнительно там же задаются требования по минимальному сближению с точечными источниками мощных электромагнитных полей. Основные числовые параметры данного нормативного документа приведены в табл. 3.28. Более поздний также американский стандарт ANSI/NECA/

BICSI 568-2001 дает аналогичные значения для разнота силовых кабелей и кабелей СКС, увеличивая, однако, минимально возможную величину сближения с электродвигателями и силовыми трансформаторами мощностью выше 5 кВА до 1220 мм. Кроме того, оба нормативных документа требуют прокладки силовых кабелей и кабелей из витых пар с обязательным физическим разделением перегородкой из негорючего материала.

Таблица 3.28. Минимальный разнота трасс прокладки силовых и информационных кабелей по EIA/TIA-569 и ANSI/NECA/BICSI 568-2001

Конструктивные особенности кабельной трассы	Минимальное расстояние, мм		
	< 2 кВА	2–5 кВА	> 5 кВА
Неэкранированные силовые кабели или другие электрические устройства относительно открытых или неметаллических кабельных каналов для информационных кабелей	125	305	610
Неэкранированные силовые кабели или другие электрические устройства относительно закрытых заземленных металлических кабельных каналов для информационных кабелей	64	152	305
Силовые кабели в заземленных металлических кабельных каналах или другие экранированные электрические устройства относительно закрытых заземленных металлических кабельных каналов для информационных кабелей	–	76	152
Электродвигатели и силовые трансформаторы	–	–	1220
Открытые или неметаллические кабельные каналы для неэкранированных информационных кабелей относительно ламп дневного света	125		

Анализ положений стандарта EIA/TIA-569 показывает, что он задает только самые общие требования по величинам пространственного разнота силовых и информационных кабелей. Поэтому многие компании, производящие СКС, применяют на практике собственные нормативы, развивающие по отдельным положениям и параметрам стандарт и учитывающие те или иные нюансы подавления вредного влияния мощных электромагнитных полей на кабели структурированной кабельной проводки. В качестве примера в табл. 3.29 приведены нормы, использованные в рекомендациях английской компании Brand-Rex, которая

Таблица 3.29. Допустимые расстояния между информационными кабелями и кабелями силового питания согласно нормам СКС Millenium фирмы Brand-Rex

Тип кабеля СКС	Тип силового кабеля	Величина пространственного разнота, мм	
		Без металлической перегородки	С металлической перегородкой
Неэкранированный	Неэкранированный	300	150
Экранированный	Неэкранированный	70	30
Неэкранированный	Экранированный	30	2
Экранированный	Экранированный	15	1

Примечание.

1. Длина совместной прокладки 90 м.

2. Силовой кабель предназначен для передачи тока напряжением не выше 500 В при частоте 50–60 Гц.

является производителем структурированной кабельной системы Millenium. В качестве обоснования выбора именно таких значений разработчики системы ссылаются на проект европейского стандарта pr EN 50174.

В некоторых ситуациях производитель СКС, исходя из соображений получения дополнительных запасов по защищенности от внешних мешающих воздействий, применяет нормы, которые являются более жесткими по сравнению со стандартом ЕΙΑ/ТІА-569. Так, в частности, фирма Molex рекомендует обеспечивать минимальную величину сближения кабелей СКС и силовых кабелей мощностью 5 кВА и выше в 90 см опять же без учета длины участка совместной прокладки. Специалисты этой компании считают силовые трансформаторы и электродвигатели более опасными источниками помех по сравнению с силовыми кабелями. На основании этого они рекомендуют выбирать трассы прокладки кабелей СКС таким образом, чтобы расстояние до этих устройств вне зависимости от их мощности составляло не менее 100 см, что, впрочем, несколько меньше норм упомянутого выше стандарта ANSI/NECA/BICSI 568-2001.

Примером решения, основанного на проведении собственных лабораторных измерений, является подход российской компании АйТи. Согласно правилам АйТи-СКС при проектировании и монтаже этой кабельной системы допустима прокладка в одном кабельном канале электрических информационных и силовых кабелей в случае выполнения следующих условий:

- участок совместной прокладки расположен на расстоянии не менее 60 см от магистральных кабельных каналов АйТи-СКС и силовой кабельной системы;
- длина участка совместной прокладки не превышает 15 метров;
- расчетные значения силы тока, текущего по указанным силовым кабелям, в сумме не превышают 16 ампер, а напряжения — 240 вольт;
- групповые линии, к которым относятся указанные силовые кабели, защищены автоматическими выключателями со значениями тока отсечки, рассчитанными с учетом пункта 3 настоящего перечня;
- здание оборудовано системой защитного заземления в соответствии с требованиями ПУЭ, к которой подключаются заземляющие проводники указанных силовых кабелей и металлические элементы кабельных каналов, а используемый трехпроводный силовой кабель имеет монолитные медные жилы и двойную поливинилхлоридную или резиновую изоляцию;
- кабели АйТи-СКС и кабели силовой кабельной системы размещены в отдельных секциях декоративного короба или иного кабельного канала, разделенных сплошной продольной перегородкой с пределом огнестойкости не менее 0,25 часа.

Как уже было отмечено выше, волоконные световоды оптических кабелей принципиально не чувствительны к воздействию электрических и магнитных полей. На основании этого силовые и волоконно-оптические кабели без металлических

элементов в конструкции потенциально могут прокладываться совместно друг с другом в одном канале без ограничения длины¹.

При наличии в конструкции оптического кабеля металлических элементов за счет наводок на них может возникнуть достаточно высокое напряжение (как показывает практика, до нескольких десятков вольт, а иногда даже больше). Кроме того, существует определенная опасность электрического пробоя изоляции кабеля на эти элементы. Поэтому в данном случае со ссылкой на нормы компании Brand-Rex [66] целесообразно ограничить величину сближения значением 15 мм и использовать для прокладки различные каналы или секции, отделенные друг от друга перегородками из труднотопяемого материала.

3.9.2. Прокладка кабелей СКС вблизи ламп дневного света

Современные люминесцентные лампы дневного света в массовых масштабах используются в самых разнообразных общественных зданиях (офисы, гостиницы, учебные заведения и т.д.) в качестве источников общего верхнего освещения. По сравнению с традиционными лампами накаливания эти источники света имеют более высокий КПД (15–20% против 2–3%) и в 7–10 раз больший срок службы [67]. Лампы дневного света, несмотря на свои положительные свойства, обладают также рядом недостатков, которые являются существенными именно с точки зрения структурированной кабельной проводки. Так, в частности, из-за своего принципа действия они представляют собой генераторы сильных паразитных электромагнитных полей. На основании этого стандарт EIA/TIA-569 отдельно рекомендует выдерживать расстояние между незаземленным или открытым кабельным каналом из металла или каналом любого типа, изготовленным из непроводящего материала, и лампой дневного света не менее 125 мм. Дополнительно разработчики этого нормативного документа особо обращают внимание проектировщиков на необходимость максимизации расстояния между кабелями СКС и стартерами, балластными нагрузками и другими аналогичными компонентами, которые являются точечными источниками помех.

Некоторые производители СКС придерживаются в отношении обсуждаемого параметра позиций, которые отличны от рекомендаций стандарта. При этом их фирменные требования по величине допустимого сближения горизонтальных кабелей и ламп дневного света оказываются, как правило, достаточно близкими к требованиям стандартов, хотя не обязательно являются более мягкими по сравнению с положениями директивных документов. Так, в частности, в СКС Millennium английской компании Brand-Rex значение рассматриваемого параметра задается величиной 130 мм.

¹ Отсутствие разрешения на использование такого способа прокладки обусловлено главным образом соображениями защиты световодов оптического кабеля от механических повреждений относительно более жесткими и тяжелыми кабелями системы электропитания.

3.9.3. Совместная прокладка кабелей СКС и кабелей системы радиовещания и оповещения

В процессе построения информационно-вычислительной системы предприятия в ее состав достаточно часто включаются подсистемы радиовещания, громкого звукового оповещения, громкого поиска и громкой звуковой связи. По линейным кабелям таких подсистем передаются достаточно высоковольтные сигналы, которые за счет этого являются потенциально опасными источниками помех, действующими на электрические кабели СКС. Так, например, номинальное напряжение несущих высокочастотных каналов системы трехпрограммного проводного вещания в начале магистрального фидера составляет 120 В, а в начале распределительного фидера – 30 В [68]. Только в Москве в силу исторически сложившихся условий номинальное напряжение сигналов звуковой частоты на внутридомовой проводке составляет 15 В [69].

При организации кабельных трасс, на которых возникает необходимость в совместной прокладке информационных кабелей и кабелей рассматриваемой разновидности, следует использовать те же принципы и приемы, которые применяются при прокладке кабелей СКС и силовых кабелей. Из-за меньших напряжений сигналов, которые передаются по кабелям системы радиовещания, действующие нормы разрешают меньший пространственный разнос (табл. 3.30). Заметим также, что нормы проектирования ВСН 60-89, пункт 1.18 допускают совместную прокладку кабелей абонентской проводки телефонной связи и кабелей системы проводного радиовещания на расстоянии 7 м без пространственного разноса.

Таблица 3.30. Допустимые расстояния между проводами абонентской проводки и проводного вещания [45]

Протяженность проводки при совместной прокладке, 70 м, не более	50	30	20	10	7	
Допустимое расстояние сближения, мм, не менее	50	30	25	20	15	0

Следует отметить, что приведенные нормы относятся к случаю совместной прокладки обычного распределительного абонентского телефонного кабеля типа ТРП («лапша») с параметрами, соответствующими характеристикам кабелей категории 1 действовавшей ранее классификации, и кабелей системы радиовещания. При использовании кабелей типа витой пары, на основе которой строится горизонтальная подсистема СКС, соблюдение указанных расстояний обеспечивается получение дополнительных запасов по защищенности от помех.

3.9.4. Защита коммутационного оборудования от наводок

Из-за своей значительной протяженности кабели СКС потенциально более сильно подвержены воздействию внешних электромагнитных полей различной природы по сравнению с коммутационным оборудованием. Кроме того, сами правила организации технических помещений (см. разделы 3.2 и 3.3) предполагают

отсутствие в них электромагнитных полей высокой напряженности во всем частотном диапазоне. Поэтому разработчики стандартов и производители СКС основное внимание уделяют разработке правил и технических средств защиты от мешающих воздействий, относящихся к линейным кабелям. Что касается коммутационного оборудования, то известна только фирменная норма швейцарской компании Reichle & De-Massari, согласно которой расстояние между главным силовым щитом (main electrical distribution cabinets) и шкафом для размещения коммутационного оборудования СКС должно быть не менее 1 м.

При необходимости установки коммутационных устройств СКС в зоне действия мощных электромагнитных полей, напряженность которых превышает значения, указанные в разделах 3.2.3 и 3.3.3, используется монтаж оборудования в закрытых монтажных конструктивах с электромагнитной защитой. Дополнительно может выполняться экранирование технического помещения.

3.10. Принципы и способы установки информационных розеток в рабочих помещениях

3.10.1. Общие положения

На практике находят применение следующие основные разновидности установки информационных розеток (ИР) в рабочих помещениях пользователей:

- с использованием декоративных коробов;
- с использованием настенного корпуса;
- по скрытой схеме в толще стены;
- в подпольных лючках и коробках;
- с использованием посадочных мест специализированной офисной мебели.

Все эти разновидности не имеют принципиальных отличий друг от друга в части монтажа самих ИР и отдельных розеточных модулей.

Опыт реализации проектов показывает, что наибольшей популярностью в нашей стране по состоянию на середину 2002 года пользуется установка ИР с применением декоративных коробов. Поэтому ниже ограничимся рассмотрением только этой схемы монтажа и ее вариантов.

В состав стандартных комплектующих деталей декоративных коробов любого производителя практически в обязательном порядке включается ряд элементов, обеспечивающих установку розеток различного назначения (информационные, силовые, регуляторы, датчики и т.д.). Применяемые при их разработке дизайнерские решения обеспечивают внешний вид розетки как неотъемлемой части короба, причем все розетки независимо от их функций выполнены в едином конструктивном стиле и имеют одинаковый способ крепления. Установка розетки может быть произведена:

- во внутреннее пространство короба;
- на короб;
- рядом с коробом.

Для реализации каждого из основных вариантов установки используются свои технические средства, рассмотренные далее в этом разделе. Общие качественные характеристики этих вариантов и подробный анализ вариантов исполнения приводятся в [97].

Дополнительно укажем еще на два момента. Во-первых, кроме розеток различного назначения аналогичным образом без применения каких-либо вспомогательных элементов в короб могут быть установлены выключатели освещения, регуляторы кондиционера, радиоприемника и другой аналогичной аппаратуры, переключатели, датчики и другие аналогичные компоненты, в том числе снабженные элементами оптической индикации. Во-вторых, на практике более популярны так называемые однопостовые варианты для установки розеточных модулей. При необходимости монтажа в одном месте нескольких розеток применяются многопостовые решения. Принципиально они не отличаются от своих однопостовых аналогов и имеют только большее количество посадочных мест. Максимальное количество таких посадочных мест может достигать шести в известных конструкциях, хотя наибольшее распространение получили 2- и 3-постовые элементы.

3.10.2. Принципы и правила размещения розеток

Наиболее подробные данные по принципам монтажа силовых и информационных розеток в рабочих помещениях пользователей содержатся в публикациях BICSI. Согласно рекомендациям этой организации высота установки розетки, определяемая как расстояние от основного пола до центра лицевой пластины, должна составлять от 375 мм до 1220 мм. Указанное значение справедливо и в случае наличия перед розеткой свободного пространства минимальной глубиной 750 мм. При увеличении размеров данного свободного пространства до 1220 мм и более зона допустимых высот монтажа розеток несколько расширяется и составляет 225–1350 мм.

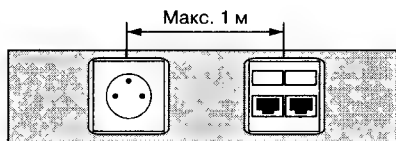


Рис. 3.47. Расстояние между силовой и информационной розеткой

1 м (рис. 3.47). Из отечественных нормативных документов касательно этого параметра можно сослаться на нормы проектирования ВСН 60-89, которые в пункте

Общим требованием к ИР, которое приведено в рекомендациях BICSI, является их размещение на одной высоте с силовыми розетками, причем расстояние между силовыми и информационными розетками не должно превышать

3.11 дают точно такое же значение по допустимому разному между силовой розеткой и розеткой системы радиовещания¹.

3.10.3. Схемы монтажа розеток

3.10.3.1. Установка розетки во внутреннее пространство корпуса

Общий вид корпуса с розеткой, установленной в его внутреннее пространство, изображен на рис. 3.48. Набор технических средств для выполнения этого вида установки в достаточной степени зависит от вида применяемого корпуса и в общем случае включает в себя:

- монтажную коробку, зачастую называемую подрозетником;
- собственно розеточный модуль (с адаптером в случае необходимости);
- кронштейн крепления;
- лицевую пластину.

Все эти элементы в количестве, зависящем от числа обслуживаемых рабочих мест создаваемой СКС, вводятся в спецификацию поставляемого оборудования.

Монтажная коробка представляет собой открытый с лицевой стороны пластмассовый корпус, содержащий элементы установки во внутреннюю полость корпуса. При этом различают два основных варианта крепления. Первый из них основан на установке коробки на пазы для крышки корпуса или на пазы межсекционных переборок и выполняется обычно на основе защелок той или иной конструкции. Второй вариант предусматривает крепление на соответствующие выступы (например, на рейку DIN) днища корпуса, осуществляемое с помощью поворотных зажимов. На корпусе коробки предусмотрены отверстия для кронштейна крепления, вырезы для ввода кабелей, часто закрытые сменными заглушками, а также два отверстия для фиксирующих винтов крепежного кронштейна. Расстояния между этими отверстиями составляет 60 мм для европейского варианта и 93 мм – для американского.

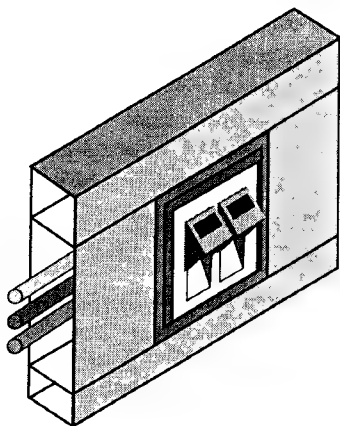


Рис. 3.48. Установка розетки во внутреннее пространство корпуса

¹ Применение данной нормы именно к построению структурированной кабельной проводки является вполне корректным, так как подключаемые к информационной розетке СКС и розетке радиовещания такие широко распространенные устройства, как персональный компьютер и 3-программный вещательный приемник, обязательно требуют для своей работы силового питания.

Кронштейн крепления розеточного модуля выполнен в виде металлической пластины с несколькими фигурными выводами и отверстиями для крепления к монтажной коробке. Центральный вырез обеспечивает установку розеточного модуля или его адаптера на пластмассовых защелках.

Как правило, для установки розетки во внутреннее пространство применяется многосекционный короб. Центральная секция используется только или преимущественно для монтажа розеток, силовые и информационные кабели различного назначения прокладываются в боковых секциях.

Лицевая пластина закрывает механизм крепления розеточного модуля и выполняет функции декоративной накладки. Обычно лицевые пластины крепятся на пластмассовых защелках или винтах; крепление на разрезном штыре, когда пластина удерживается только силой трения, применяется значительно реже. Иногда они также имеют установочные отверстия и вырезы для установки розеточного модуля, что позволяет отказаться от применения отдельного кронштейна крепления.

Установка розетки по рассматриваемому принципу из-за вполне определенной высоты модулей силовой и информационной розеток технически может быть выполнена только для коробов достаточно большого поперечного сечения (обычно 50×100 мм и более).

3.10.3.2. Установка розетки на короб

Установка розетки на короб осуществляется с помощью монтажной рамки (см. рис. 3.49). Данный элемент представляет собой пластмассовое основание с пазами для установки на короб и вырезом под розеточный модуль или его адаптер.

Последний фиксируется в рамке на защелках или винтах и в некоторых случаях закрывается декоративной лицевой пластиной.

Рассматриваемый способ установки розеток позволяет по сравнению с предшествующим вариантом использовать настенные кабельные каналы несколько меньшего поперечного сечения. Однако выступающие над поверхностью короба розетки менее защищены от механических повреждений и обладают наихудшими из рассматриваемых вариантов установки эстетическими характеристиками. Кроме того, он зачастую возможен далеко не для всех габаритов коробов одного типа.

Способ установки розетки на короб в технической и проектной документации часто обозначают как «крепление в профиль».

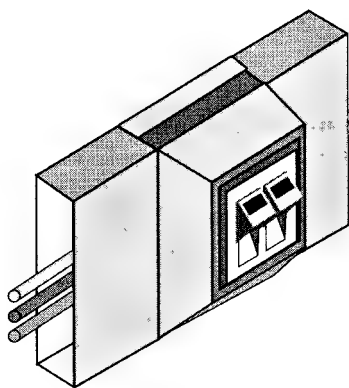


Рис. 3.49. Установка розетки на короб

3.10.3.3. Установка розетки рядом с коробом

Установка розетки рядом с коробом (рис. 3.50) во многом объединяет достоинства двух предшествующих вариантов, однако, применима только в отношении коробов достаточно небольших размеров (миникоробов или миниплинтусов). Для реализации этого метода аналогично случаю «крепления в профиль» также используются монтажная рамка с соответствующим адаптером в случае необходимости.

Монтажная рамка представляет собой основание, предназначенное для установки на несущую поверхность (стена, мебель и т.д.) рядом с коробом и имеющее вырез для установки розеточного модуля или его адаптера, а также отверстия или их заготовки для крепежных шурупов или винтов. В большинстве случаев этот элемент снабжается дополнительной накладкой, закрывающей место вывода кабелей из короба к розеточному модулю. Рамка крепится рядом с коробом горизонтально или вертикально таким образом, чтобы накладка перекрывала короб. В верхний вырез рамки устанавливается адаптер или непосредственно розеточный модуль.

Крепление розетки рядом с коробом носит частое употребляемое на практике, в том числе в технической и проектной документации название «крепление вдоль профиля».

Розетки, установленные по методу «крепления вдоль профиля», не слишком выступают над поверхностью стены, обладают хорошими эстетическими показателями и позволяют полностью использовать внутреннее пространство короба для прокладки кабеля. Их недостатком является несколько большая трудоемкость монтажа по сравнению с методом установки во внутреннее пространство короба (для крепления требуется просверлить в стене минимум два, а чаще три дополнительных отверстия), а также необходимость применения монтажной рамки. Соответствующие компоненты в обязательном порядке отражаются в спецификации поставляемого оборудования.

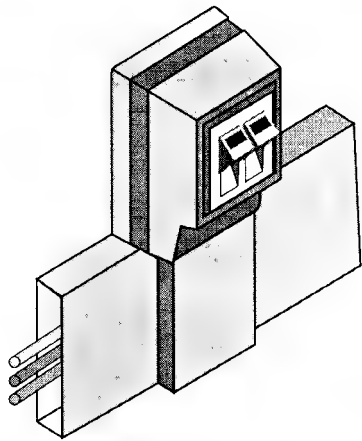


Рис. 3.50. Установка розетки рядом с коробом

ГЛАВА IV

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ ФАЗА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1. Цели, задачи и принципы выполнения расчетов на телекоммуникационной фазе

Основной задачей, решаемой на телекоммуникационной фазе проектирования, является выполнение расчета количества компонентов, необходимых для создания заданного или необходимого для нормальной эксплуатации структурированной кабельной системы количества трактов передачи электрических и оптических сигналов. Какой-либо расчет электрических и оптических характеристик в подавляющем большинстве случаев не производится, так как заданный уровень параметров формируемых трактов гарантируется применяемой элементной базой, соблюдением требований стандартов и правил монтажа.

В рамках телекоммуникационной фазы проектирования с использованием ее результатов производится также расчет монтажных и дополнительных компонентов (конструктивов, декоративных кабельных каналов, элементов маркировки, крепежа и т.д.). Такие компоненты в более или менее полном объеме и в обязательном порядке используются при реализации любого проекта. Данный расчет обычно выделяется в отдельный этап.

Для формализации процесса проектирования собственно кабельной проводки целесообразно применить несколько отличное от стандарта ISO/IEC 11801 и более мелкое деление СКС и оборудования, непосредственно взаимодействующего с ней, на отдельные подсистемы:

- подсистема рабочего места;
- линейная часть горизонтальной подсистемы;
- линейная часть магистральных подсистем (подсистемы внутренних или внешних магистралей);
- коммутационное оборудование административной подсистемы в технических помещениях различного уровня;
- оконечные, коммутационные и кроссовые шнуры административной подсистемы.

В результате несложного анализа можно убедиться в том, что согласно предлагаемому делению на отдельные подсистемы на этапе проектирования (и только

на нем) в классической древовидной структуре СКС выделены как узлы, так и ветви дерева. Результатом проектных работ является классическая структура, полностью соответствующая действующим нормативно-техническим документам. Отметим на основании изложенного, что известная в литературе [70] критика такого деления со ссылкой на стандарт ISO/IEC 11801 не имеет под собой серьезного основания, так как упомянутый стандарт описывает уже готовую систему и не распространяется на область проектирования.

Проектирование отдельных подсистем структурированной кабельной проводки выполняется последовательно. Рекомендуемая очередность их разработки совпадает с указанным в списке порядком. Таким образом, процедура проектирования осуществляется в соответствии с принципом «от частного к общему», а структура СКС во многом определяется количеством рабочих мест, организуемых с ее помощью.

Результаты расчетов по каждой из подсистем целесообразно представлять в табличной форме. Итоговые данные этих таблиц используются в качестве исходной информации для проектирования других подсистем на следующих этапах работы. На заключительном этапе проектирования по этим таблицам готовятся спецификации оборудования.

Формы таблиц могут быть любыми, удобными для разработчика. Допускается использование как бумажных бланков, так и их электронных аналогов. В последнем случае существенно облегчается и ускоряется процесс как просчета отдельных вариантов, так и подготовки окончательной спецификации оборудования. Ниже в разделах, посвященных проектированию отдельных подсистем, приведены рекомендованные формы таблиц, которые можно модифицировать в соответствии с особенностями конкретного проекта, требованиями заказчика, внутренними стандартами организации-проектировщика и т.д.

4.2. Исходные данные для проектирования

4.2.1. Строительные решения

В составе исходных данных для проектирования кабельной системы важную роль играют сведения о строительных решениях, предусмотренных проектом здания в той его части, которая касается СКС. В тех случаях, когда проектирование структурированной кабельной проводки ведется через архитектурную фазу, работа на телекоммуникационной фазе несколько облегчается за счет того, что часть информации, необходимой для выполнения проектирования на телекоммуникационной фазе, уже была получена ранее и хорошо известна проектировщику.

Если процедура проектирования СКС начинается непосредственно с телекоммуникационной фазы, то получение исходных данных производится в процессе изучения архитектурной проектной документации и обследования объекта. Главной целью процедуры обследования является сбор и систематизация информации, необходимой и достаточной для разработки проекта. В качестве исходных данных

для выполнения проектных работ на телекоммуникационной фазе в общем случае используются:

- поэтажные планы здания с указанием линейных размеров;
- данные об общей и/или используемой площади помещений (площади, предназначенной для размещения персонала, оборудования и мебели);
- значение высоты этажей;
- информация о структуре отдельных этажей:
 - система размещения помещений: коридорная, большие залы без капитальных перегородок под открытые или сотовые офисы;
 - наличие архитектурно выделенных зон и их размеры;
 - расположение лестничных маршей;
 - расположение вспомогательных помещений (санузлы, кладовые, вентиляционные камеры и т.д.);
 - наличие и расположение технических помещений;
- строительные решения:
 - материал, структура и толщина стен и перегородок;
 - материал, структура и толщина междуэтажных перекрытий;
 - наличие и конструкция подвесных потолков и фальшполов в коридорах и комнатах;
 - конфигурация, расположение и принципы установки радиаторов системы центрального водяного или парового отопления;
- расположение распределительных узлов и стояков систем водопровода, центрального отопления, канализации, пожаротушения, сети питания мощных электрических устройств, источников мощных электромагнитных полей;
- кроссовые и аппаратные:
 - наличие технических помещений и их готовность для размещения оборудования СКС и смежных систем;
 - габариты помещений, выделенных под кроссовые и аппаратные;
- наличие, состояние и готовность кабельной канализации, эстакад, столбов и других аналогичных сооружений для укладки или подвески кабелей внешней прокладки;
- сведения о наличии, конструкции, параметрах и состоянии кабельного ввода в здание:
 - типы и емкости вводимых кабелей, а также информация об их владельце;
 - наличие устройств электрической защиты в составе кабельного ввода;
 - наличие свободных каналов кабельного ввода и их состояние;
- каналы для прокладки вертикальных участков кабелей:
 - типы и состояние конструкций прохода междуэтажных перекрытий;
 - типы и состояние конструкций, обеспечивающих переход от вертикальных к горизонтальным участкам кабельных трасс;
- каналы для прокладки горизонтальных участков кабелей:
 - наличие, емкость и состояние кабельных лотков и прочих функционально аналогичных конструкций за подвесным потолком;

- наличие, емкость и состояние закладных кабельных каналов в полу и стенах;
- наличие и степень заполнения декоративных коробов в помещениях;
- особенности интерьера и внешней отделки помещений различного назначения, имеющие отношение к построению структурированной кабельной проводки;
- информация о категории электроснабжения объекта:
 - категория надежности по электроснабжению;
 - схема подвода питающих фидеров к объекту;
- заземление:
 - наличие контура защитного заземления;
 - наличие защитного зануления;
 - структура системы заземления здания;
 - возможность организации контура телекоммуникационного заземления.

Полученные исходные данные обязательно контролируются на соответствие архитектурным и планировочным требованиям стандарта ТИА/EIA-569 (см. главу 3), а также соответствующих отечественных СНиП и других нормативно-технических документов. При наличии расхождений следует оповестить об этом заказчика, подготовить предложения и рекомендации по внесению изменений в строительный проект здания и перед началом работ по монтажу проконтролировать их выполнение.

4.2.2. Параметры кабельной системы

В процессе формирования требований к СКС и выбора окончательного варианта ее построения необходима максимально полная и подробная информация о:

- основных и вспомогательных видах сетевого оборудования, которое будет использовать СКС для организации информационного обмена:
 - локальная вычислительная сеть;
 - массивы дисковой памяти;
 - телефонная сеть;
 - системы эфирного, спутникового и кабельного телевидения;
 - системы контроля доступа;
 - системы управления технологическим оборудованием здания (лифтами, системой вентиляции и кондиционирования и др.);
 - прочих системах;
- требованиях заказчика к телекоммуникационным характеристикам системы:
 - пропускной способности;
 - емкости подсистемы внутренних и внешних магистралей;
 - перспективам расширения системы;
- методам прокладки кабелей и совместимости с существующим интерьером;
- по совместимости с оборудованием, которое предполагается установить в здании;
- дополнительные требования.

4.3. Проектирование подсистемы рабочего места

В перечень основных задач, решаемых в процессе выполнения проектирования подсистемы рабочего места, входят:

- разработка, согласование и утверждение плана расположения информационных и силовых розеток кабельной системы на рабочих местах пользователей в различных помещениях здания;
- определение категории электрических розеточных модулей и типа розеток оптических разъемов в информационных розетках;
- задание конфигурации ИР, устанавливаемых на рабочих местах пользователей;
- выбор типа и количества оконечных шнуров, адаптеров, переходников и других аналогичных элементов.

4.3.1. Распределение информационных розеток по отдельным помещениям

Распределение ИР по рабочим местам пользователей является той операцией, отрицательные последствия в случае выполнения ошибочных действий которой проявляются практически сразу же после начала эксплуатации кабельной системы. Поэтому данный этап проектных работ должен выполняться с особой тщательностью.

В настоящее время на практике находят применение три основных подхода к решению этой задачи (рис. 4.1).

Наиболее целесообразным принципом расположения информационных розеток является их равномерное распределение по площади помещения. Дадим оценку площади офисного помещения, выделяемую на одно рабочее место пользователя, который в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 [71] выполняет свою работу сидя. Согласно санитарным правилам и нормам СанПиН 2.2.2 [72], пункт 8.2.2, ширина рабочей поверхности стола для установки на него рабочей станции



Рис. 4.1. Основные варианты расположения информационных розеток в рабочих помещениях офисного здания

составляет 800, 1000, 1200 и 1400 мм при допустимой глубине 800 и 1000 мм. Минимальная ширина и глубина сидения рабочего кресла среднестатистического пользователя определяется так называемыми антропометрическими параметрами человека и в соответствии с пунктом 8.2.4 указанных СанПиН составляет 400×400 мм. Для обеспечения нормальной работы примем, что глубина свободного пространства за рабочим столом для нормального подхода к нему вдвое превышает глубину сидения кресла минимального размера, то есть равна 800 мм. Кроме того, рядом со столом должно быть оставлено свободное пространство для прохода, ширина которого принимается равной ширине стандартного дверного проема и составляет 800 мм. Таким образом, общая площадь, занимаемая одним рабочим местом, составляет: $(1400 + 800) \times (1000 + 400 + 400) = 3,96 \text{ м}^2$. В случае использования рабочих столов минимальных габаритов при тех же предположениях площадь, занимаемая одним рабочим местом, составит $(800 + 800) \times (800 + 400 + 400) = 2,56 \text{ м}^2$.

Первое из полученных расчетным путем значений практически совпадает с требованиями, которые содержатся в СНиП 2.09.04-87, пункт 3.2. Этот нормативно-технический документ рекомендует выделять на одно рабочее место работника управления минимум 4 м² рабочей площади и минимум 6 м² на одного работника конструкторского бюро. Второе значение показывает принципиальную возможность более плотной компоновки рабочих помещений в случае выдвижения специальных требований на этот счет. В санитарных правилах и нормах СанПиН 2.2.2, пункт 4.4, содержится сходное требование о выделении на каждого работающего по 6 м². При этом дополнительно нормируется и объем помещений для взрослых пользователей, который должен быть не менее 20 м³, а в учебных и дошкольных учреждениях – не менее 24 м³. Ведомственные нормы проектирования ВНП-001-95 [73] Центрального банка Российской Федерации в пункте 3.44 определяют площадь одного рабочего места оператора в 5 м². Этим же документом устанавливается площадь в 6 м² на программиста и сотрудника отдела по техническому обслуживанию и ремонту средств вычислительной техники ЛВС. Площадь общих рабочих комнат отделов в пункте 3.47 определяется в среднем из расчета 6 м² на одного работающего. Международный стандарт ISO/IEC 11801 в редакции 2000 года рекомендует в отношении площади применение значительно менее жесткой нормы – 10 м² на одно рабочее место, хотя оговаривает желательность минимизации данного параметра и отводит главенствующую роль в этом вопросе национальной нормативной базе.

Резюмируя все сказанное выше, можно констатировать, что количество ИР в конкретных помещениях может в определенных пределах зависеть от его назначения. На основании этого в [74] рекомендуется в административных помещениях выделять на одно рабочее место не менее 9 м², а в так называемых центрах телемаркетинга при выборе величины данного параметра исходить из площади 2,5 м². При отсутствии априорной информации о назначении помещения обычно руководствуются положениями СНиП 2.09.04-87 и принимают значение площади в 4–6 м² на одно рабочее место.

Дополнительно в процессе выполнения процедуры распределения в обязательном порядке учитываются следующие два момента. Во-первых, по результатам обследования объекта или изучения документации оценивается возможность прокладки кабеля к предполагаемому месту установки розетки, а также те или иные особенности монтажа в точке установки розеточных модулей и корпусов ИР различных разновидностей. Во-вторых, при указании места расположения розетки оценивается возможность организации рядом с ней рабочего места.

По настоянию заказчика возможно размещение розеток в соответствии с планами размещения мебели (те есть фактически рабочих мест), выполняемыми по ГОСТ 21.507-81 [75]. В большинстве случаев это позволяет несколько снизить стоимость кабельной системы и сократить время ее реализации главным образом за счет уменьшения количества розеток. Однако подобное решение в неявном виде нарушает принцип структурированности, что обусловлено в первую очередь заметным снижением плотности установки ИР, и фактически привязывает кабельную систему к планам размещения офисной мебели. Все это имеет своим следствием значительное снижение эксплуатационной гибкости кабельной проводки и должно использоваться только в самых крайних случаях. Заказчик обязательно должен быть предупрежден о существенных негативных последствиях применения таких конфигураций кабельной проводки как в плане функциональных возможностей, так и затрат на текущее обслуживание. Отрицательные последствия могут проявиться в полной мере уже через два-три года после начала эксплуатации СКС или даже ранее при первом более или менее массовом перемещении сотрудников, а также при установке новой мебели.

Как компромиссный вариант, позволяющий несколько снизить разовые первоначальные затраты на создание кабельной системы и в то же время сделать процесс организации новых рабочих мест в случае перемещения мебели или переезда сотрудников менее болезненным, может быть использован подход, который можно назвать схемой с частичным подключением розеток. При реализации этой схемы все архитектурные решения (емкость кабельных коробов, количество и габариты стояков и т.д.) проектируются и реализуются на полную емкость кабельной системы по схеме с равномерным распределением розеток по площади. В то же время количество рабочих мест на первом этапе организуется с привязкой к фактическому размещению сотрудников. При таком подходе прокладка (в случае необходимости) нескольких дополнительных кабельных линий с установкой новых ИР и перенос существующих не превращается в трудоемкую операцию. Работы по их выполнению вполне могут быть произведены заранее обученными сотрудниками отдела автоматизации или службы эксплуатации кабельной системы за короткое время (в том числе в выходные и праздничные дни, то есть в тот период, когда организация не работает), что не окажет существенного влияния на деятельность остальных структурных подразделений компании. Заметим, однако, что все сказанное выше справедливо только в том случае, если процесс прокладки дополнительных кабельных линий и переноса розеток не превращается

в перманентную операцию, то есть количество устанавливаемых сразу ИР, по крайней мере, соизмеримо с их количеством, рассчитанным в соответствии с площадью помещения.

В процессе выбора мест расположения ИР необходимо также контролировать выполнение требований относительно высоты их монтажа (раздел 3.10.1 главы 3), а также расстояние между силовыми и информационными розетками в соответствии с положениями раздела 3.10.2.

В отдельных частных случаях эксплуатационная гибкость кабельной системы на рассматриваемом уровне может быть несколько повышена специальными монтажными решениями даже при отказе от соблюдения принципа равномерного распределения ИР по площади помещения. На рис. 4.2 показано, как за счет введения запаса длины горизонтального кабеля можно перемещать единственную ИР вдоль короба в случае переноса рабочего стола пользователя. Естественно, что данный прием возможен только в коробах с большим поперечным сечением, так как в противном случае возникают проблемы с обеспечением требуемого радиуса изгиба.

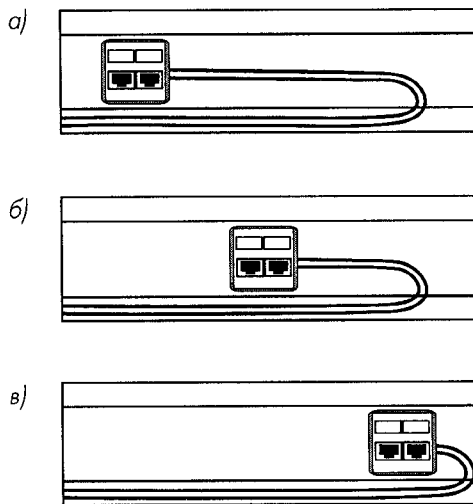


Рис. 4.2. Перемещение ИР вдоль короба большого поперечного сечения в случае наличия запаса длины горизонтального кабеля:

а) ИР у левого края короба; б) ИР в центре короба; в) ИР у правого края короба

Места установки информационных и силовых розеток кабельной подсистемы отмечаются на планах отдельных помещений этажей здания (пример изображен на рис. 4.3). Наиболее существенная информация об этих элементах заносится также в соответствующие графы табл. 4.1. Данная форма в обязательном порядке заполняется в тех случаях, когда планов здания не существует или на имеющихся не представляется возможным отметить точные места расположения ИР. В такой ситуации она является основным документом, описывающим подсистему рабочего места и позволяющим корректно спроектировать горизонтальную подсистему.

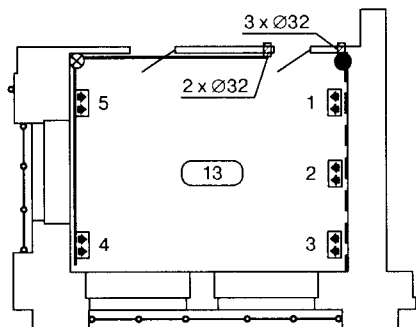


Рис. 4.3. Расположение отдельных информационных розеток на планах рабочего помещения

Таблица 4.1. Распределение рабочих мест

Заказчик: _____ Объект: _____ Здание: _____								
№ п/п	Номер обслуживаемого помещения	Кол-во ИР	Розеточные модули			Силовые розетки		Метод крепления
			Кот. 5е	Кат. 6	Опт.	Гаронт. питания	Бытовые	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Техническое помещение: _____							

4.3.2. Комплектация розеток на рабочих местах

В соответствии с принципами построения структурированной кабельной проводки в офисных или иных помещениях, в которых потенциально могут располагаться рабочие места пользователей или их группы, устанавливаются розетки различного функционального назначения. Достаточно часто из соображений получения высоких эстетических параметров и обеспечения удобства использования данные розетки объединяются в блоки. В состав блока розеток на рабочих местах могут включаться:

- информационные розетки (ИР), на отдельные модули которых заводятся симметричные кабели из витых пар;
- ИР с розеточными модулями, подключаемыми к волоконно-оптическому кабелю;
- силовые розетки, обеспечивающие сетевое оборудование и прочие активные приборы на рабочем месте пользователя гарантированным электроснабжением;
- силовые розетки, подключенные к системе бытового электроснабжения.

Информационные розетки (ИР), устанавливаемые на рабочих местах пользователей, предназначены для подключения рабочих станций ЛВС, телефонов, факсимильных аппаратов, модемов, терминалов и других аналогичных устройств. Наличие и количество розеток каждого вида, а также их комплектация розеточными модулями определяются в соответствии с требованиями стандартов, пожеланиями и особыми условиями заказчика.

Согласно стандарту ISO/IEC 11801 в редакции 1995 года на каждом рабочем месте следует устанавливать ИР с двумя или более розеточными модулями. Минимум один модуль ИР должен подключаться к кабелю категории 3 или выше. Остальные модули обслуживают кабель категории 5 или оптический кабель. С целью обеспечения универсальности кабельной системы рекомендуется применять ИР с модулями категории 5. Основная масса электрических изделий, входящих в состав современных кабельных систем, по состоянию на конец 2000 года по своим параметрам обеспечивают выполнение требований категории 5е (по американскому стандарту TIA/EIA-568-B.1) и эквивалентной ей категории 5 по стандарту ISO/IEC 11801 в редакции 2000 года. При этом доля изделий категории 5 по ISO/IEC 11801:1995 сокращается очень быстрыми темпами¹.

Установка на рабочем месте ИР с двумя розеточными модулями категории не ниже 5е существенно увеличивает эксплуатационную гибкость создаваемой кабельной системы. В качестве примера на рис. 4.4 показана схема обеспечения подключения к сети дополнительного высокоскоростного устройства (например, сетевого принтера или графической рабочей станции) без уменьшения уровня остального сервиса в области информационной поддержки.

В отдельных случаях, обусловленных местными условиями и спецификой требуемой конфигурации рабочих мест, по настоянию заказчика допустимо отклонение от рекомендаций стандартов как в сторону изменения количества розеточных модулей, так и их категории. При этом ни при каких условиях не рекомендуется понижать категорию по пропускной способности элементной базы, применяемой в процессе построения СКС. Наиболее строго данное правило следует выполнять в отношении элементов постоянной, или стационарной (permanent), линии и особенно в отношении кабеля. Это объясняется тем фактом, что понижение категории элементной базы не приносит какого-либо заметного финансового выигрыша и вообще не влияет на скорость реализации кабельной проводки в сочетании со значительным ухудшением телекоммуникационных параметров системы, делая ее морально устаревшей еще до ввода в эксплуатацию. Кроме того, при правильном монтаже переход на розеточные модули более высокой категории при одинаковом механизме крепления вполне возможен², хотя

¹ Основная масса производителей СКС, получивших более или менее широкое распространение в нашей стране, к 2000–2001 годам полностью прекратили выпуск компонентов для построения горизонтальной подсистемы с характеристиками категории 5 по ISO/IEC 11801:1995(E).

² Согласно правилам большинства производителей СКС монтаж кабельной системы должен осуществляться таким образом, чтобы запас линейного горизонтального кабеля позволил выполнить процедуру разводки розеточных модулей ИР по меньшей мере два раза.

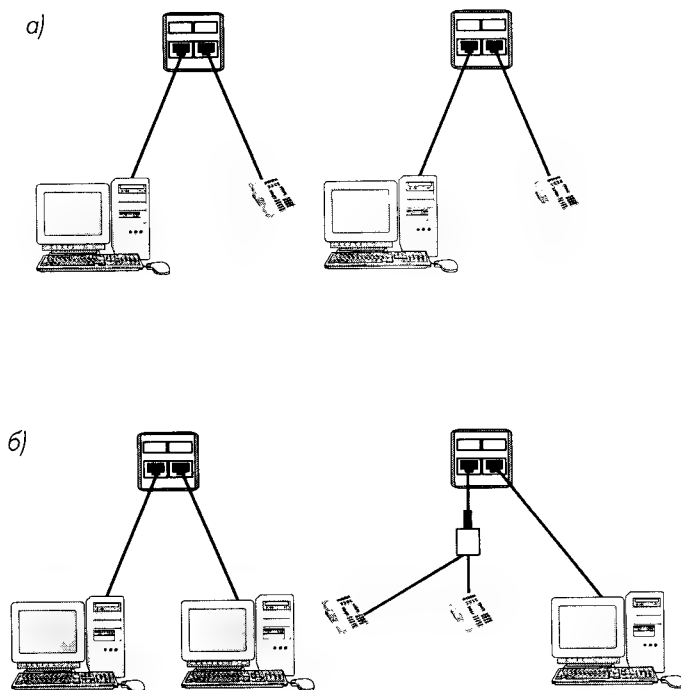


Рис. 4.4. Пример подключения к СКС категории 5е или 6 с двухпортовыми ИР дополнительного высокоскоростного устройства без изменения исходного уровня информационной поддержки:

а) классическая конфигурация; б) конфигурация после подключения дополнительного высокоскоростного устройства

и является достаточно трудоемкой операцией. В то же время замена кабеля по сложности приближается к созданию новой СКС. Требование заказчика о применении элементной базы, не соответствующей стандартам в отношении пониженной категории, следует зафиксировать в техническом задании, а в пояснительной записке технического проекта указать причину принятия подобного решения.

В той ситуации, когда заказчик выдвигает требование о применении на рабочих местах одиночных розеток (точнее, ИР с одним розеточным модулем), рекомендуется по возможности группировать их парами или устанавливать двухпостовые ИР с одним розеточным модулем. Первое решение обеспечивает получение стандартизированной структуры СКС и существенно облегчает ее дальнейшую модернизацию и развертывание до полномасштабной структурированной кабельной проводки при возникновении такой необходимости. Второе решение не дает стандартизированной структуры, однако, делает переход к ней не столь сложным при условии, что остальные элементы инфраструктуры горизонтальной подсистемы (в первую очередь кабельные короба и закладные трубы) рассчитываются на полную емкость.

В случае применения на рабочих местах ИР с оптическим интерфейсом (особые требования по защите информации от НСД, построение централизованных оптических архитектур и т.д.) дополнительно решается задача выбора типа розетки оптического разъема. Действующие по состоянию на середину 2001 года стандарты разрешают использовать розетки типов ST и SC. При этом розетки ST допускаются для установки в том случае, если они уже применяются в данной конкретной сети. Во всех остальных ситуациях согласно стандартам должны использоваться розетки типа SC.

Известно, что классические конструкции оптических разъемов (SC, ST, FC и т.д.) уступают электрическому модульному разъему по параметру плотности портов вдвое. Стремление к преодолению этого недостатка привело к созданию малогабаритных так называемых SFF-разъемов (от англ. Small form factor). Наибольшую популярность в пользовательской интерфейсной части структурированной кабельной проводки по состоянию на середину 2001 года получили SFF-разъемы следующих типов: MT-RJ, VF-45 и Optijack. Отметим, что какая-либо информация о возможности применения изделий этой разновидности отсутствует в международном стандарте ISO/IEC 11801 в редакции 2000 года. Американский стандарт TIA/EIA-568-B.1 допускает использование SFF-разъемов, однако, не конкретизирует их тип.

4.3.3. Оконечные шнуры в помещениях для размещения пользователей

С помощью шнуров данной разновидности, которые эксплуатируются в штатном режиме в помещениях для размещения пользователей, осуществляется подключение к розеточным модулям ИР самого разнообразного сетевого оборудования. Процедура расчета оконечных шнуров включает в себя:

- определение количества изделий данного вида, включаемых в окончательную спецификацию проекта;
- обоснование выбора длины шнуров.

При этом процедура расчета осуществляется в отношении только тех разновидностей сетевых приборов, которые не содержат шнуровые изделия в комплекте стандартной поставки. Так, например, оконечные шнуры, используемые для подключения телефонных и факсимильных аппаратов к розеточным модулям ИР, обычно входят в комплект стандартной поставки этого вида сетевой аппаратуры. Поэтому они не учитываются при подготовке спецификации.

Общее количество шнуров, предназначенных для обеспечения работы определенного вида сетевого оборудования, удобно определять исходя из количества N рабочих мест, для обслуживания которых создается кабельная система. При этом возможно несколько различных способов решения данной задачи.

Согласно подходу первого типа, который можно назвать *детерминированным*, количество оконечных шнуров в явном виде указывается заказчиком в технических требованиях. Затем данный параметр без каких-либо изменений переносится в ТЗ.

В случае расчета *по количеству обслуживаемых рабочих мест* количество отдельных разновидностей шнуров численно равно количеству рабочих мест, обслуживаемых коммутационным оборудованием данного конкретного технического помещения.

При расчете *по количеству линейных портов* активного сетевого оборудования число отдельных разновидностей шнуров выбирается достаточно близким или же просто совпадает с количеством портов активного сетевого оборудования, которое установлено в кроссовой.

Статистический метод достаточно близок к принципу расчета по числу портов активного оборудования и основан на априорной оценке доли рабочих мест от их общего количества, которые используются в нормальном режиме эксплуатации кабельной системы.

Среди указанных подходов отсутствует абсолютно лучший по всему комплексу критериев и выбор конкретного из них определяется особенностями реализуемого проекта.

Для учета перспективы расширения ЛВС и обеспечения нормальной текущей эксплуатации некоторое число дополнительных шнуров (до 10%, иногда больше от требуемых к моменту начала эксплуатации кабельной системы) может быть предусмотрено в составе ЗИП.

Длины оконечных шнуров для подключения компьютерного оборудования выбираются в зависимости от размеров помещений, которые обслуживает кабельная система с учетом схемы организации СКС. В относительно небольших помещениях с равномерным распределением розеток соответственно площади, характерных для типичных зданий с коридорной планировкой, достаточно шнуров одной длины порядка 2 м или несколько более. Данное значение выбирается с учетом следующих двух обстоятельств. Во-первых, порты СКС и силовые розетки чистого электропитания сетевой аппаратуры обычно размещаются рядом друг с другом в одном розеточном блоке. Во-вторых, согласно упомянутому в разделе 4.3.1 этой главы санитарным правилам СанПиН 2.2.2, пункт 8.2.2 ширина рабочей поверхности стола для установки персонального компьютера не превышает 1400 мм. На основании этого кабель для питания системного блока и монитора современной пользовательской рабочей станции широкого применения обычно имеет длину 1,5–1,8 м. Тем самым использование шнуров указанной длины позволяет:

- не ограничивать свободу перемещения системного блока и монитора по столу в соответствии с местными условиями и вкусами пользователя;
- достаточно эффективно препятствовать образованию петель, оказывающих отрицательное влияние на параметры пропускной способности канала;
- обеспечивать заметное увеличение эксплуатационной надежности подсистемы рабочего места¹.

¹ Как показывает опыт, при перемещении компьютера по рабочему столу среднестатистический российский пользователь достаточно часто не отключает его от сети питания и информационной розетки ЛВС. С учетом этого существенно более прочный и дешевый шнур питания должен натягиваться первым.

Применение оконечных шнуров меньшей длины технически вполне возможно, однако, с учетом изложенного, представляется нецелесообразным.

В залах больших размеров, в которых используются многопортовые ИР, или же в помещениях, где розетки установлены в соответствии с планами размещения мебели, может потребоваться увеличение длины шнуров до 7 м. Применение более длинных шнуров в случае реализации традиционной структуры кабельной системы противоречит требованиям действующих стандартов (ISO/IEC 11801 и др.). Из чисто практических соображений получения максимальной эксплуатационной гибкости в случае наличия в обслуживаемой зоне помещений площадью свыше 15–20 м² рекомендуется предусматривать в составе поставки оборудования СКС шнуры длиной около 3 м или даже более, количество которых должно составлять примерно 5–10% от общего числа оконечных шнуров в помещениях пользователей.

Оконечные шнуры длиной свыше 7 м (максимум 27 м) могут быть использованы в случае установки кабельной системы по правилам открытого офиса в соответствии с принципами, изложенными в разделе 1.3.1. При этом отдельные розеточные модули многопользовательской розетки MUTOA в обязательном порядке маркируются согласно правилам раздела 5.5.3 с указанием максимальной длины подключаемого к ним шнура.

Использование самодельных шнуров, несмотря на то, что шнуровые изделия подсистемы рабочего места формально не входят в состав СКС, не рекомендуется. Это обусловлено потенциально худшими электрическими параметрами и меньшей эксплуатационной надежностью таких изделий. Кроме того, большинство производителей СКС согласно своим правилам требуют создания полного канала передачи сигналов из штатных компонентов своей системы и на основании этого не сертифицируют подобные решения.

4.3.4. Адаптеры

В тех случаях, когда заранее известно и тем более оговорено в ТЗ, что часть электрических розеточных модулей ИР кабельной системы будет использоваться для подключения активного оборудования с нестандартным с точки зрения СКС интерфейсом, необходимо предусмотреть в спецификации рабочего места соответствующие переходники, балуны и адаптеры. Основным назначением этих устройств является такое согласование и/или преобразование параметров кабельного и приборного интерфейсов, которое обеспечивает нормальное функционирование активного оборудования.

Перечисленные выше компоненты согласно стандартам не являются составной частью СКС и используются для подключения некоторых видов сетевого оборудования. На основании этого конструктивное исполнение адаптеров может быть произвольным, однако они должны являться внешними устройствами по отношению к розеточным модулям ИР (не должны входить в состав постоянной линии). Обзор элементной базы адаптеров и прочих аналогичных изделий в шнуровом и корпусном вариантах исполнения приведен в монографии [97]. Наиболее популярными

разновидностями этих элементов, включаемыми в состав штатных компонентов производителями СКС по состоянию на середину 2002 года, являются Y-адаптеры, гармоник и балуны.

Выбор типа и количества элементов рассматриваемой разновидности осуществляется в каждом проекте индивидуально с учетом следующих особенностей конкретной реализации кабельной системы:

- типов интерфейсов активного сетевого оборудования;
- возможности использования принципа cable sharing в горизонтальном кабеле и передачи сигналов различных приложений в пределах одной связки многопарного кабеля или по разным парам горизонтального кабеля (в первую очередь экранированного);
- массогабаритных показателей адаптеров и особенностей их подключения к розеточным модулям;
- конструктивных особенностей установки розеточных модулей в корпусах ИР;
- распределения активного оборудования по отдельным рабочим и техническим помещениям.

При выборе длины кабеля, соединяющего произвольный адаптер с розеточным модулем ИР, можно руководствоваться нормами компании Molex, согласно которым не рекомендуется применять кабели с длиной, превышающей 5 м.

4.4. Проектирование горизонтальной подсистемы

Процесс проектирования горизонтальной подсистемы является наиболее ответственной частью проектного этапа разработки СКС на телекоммуникационной фазе. Решения, принятые в процессе выполнения этих работ, являются определяющими для технико-экономической эффективности создаваемой структурированной кабельной проводки. Данный факт объясняется тем, что именно в горизонтальной подсистеме сосредоточена основная масса телекоммуникационного оборудования СКС как по номенклатуре и количеству, так и по стоимости.

Действующие по состоянию на середину 2001 года стандарты допускают реализацию горизонтальной подсистемы на основе кабелей из витых пар и волоконно-оптических кабелей (рис 4.5). Во втором варианте возможно построение кабельной проводки по двум основным схемам: решения типа fibre

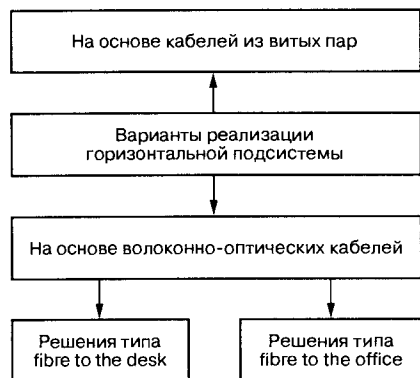


Рис. 4.5. Варианты реализации горизонтальной подсистемы на различной элементной базе

to the desk и fibre to the office. В первом случае кабельная проводка строится в полном соответствии со стандартами, вторая схема представляет скорее концепцию реализации нижнего уровня ЛВС на базе кабельной проводки и предполагает установку непосредственно в рабочем помещении пользователей микроконцентраторов или микрокоммутаторов ЛВС с волоконно-оптическим групповым интерфейсным портом. При этом предполагается, что предоставление телефонного сервиса будет осуществляться по схеме voice over IP. Из-за значительной стоимости реализации и малого распространения оборудования IP-телефонии схема fibre to the office не пользуется какой-либо заметной популярностью в нашей стране и поэтому в дальнейшем не рассматривается.

При реализации горизонтальной подсистемы КС в классическом варианте на электрическом или волоконно-оптическом кабеле процедура проектирования осуществляется в соответствии с единой идеологией по очень схожим правилам и включает в себя ряд этапов, которые реализуются последовательно (табл. 4.2).

Таблица 4.2. Отдельные этапы проектирования горизонтальной подсистемы

Горизонтальная подсистема на основе кабеля из витых пар	Горизонтальная подсистема на основе волоконно-оптического кабеля
Привязка отдельных рабочих к кроссовым	Привязка отдельных рабочих мест к кроссовым
Выбор типа и категории информационных разеточных модулей	Выбор типа информационных разеток
	Выбор типа оптических разъемов
Выбор типа и категории горизонтального кабеля	Расчет количества горизонтального кабеля
Расчет количества горизонтального кабеля	
Проектирование точек перехода (при необходимости их применения)	Проектирование точек перехода (при необходимости их применения)

В соответствии с классификацией отдельных объектов КС, принятой в данной монографии, в процессе проектирования горизонтальной подсистемы выполняется выбор типа и расчет количества всех элементов линейной части тракта передачи сигнала. Выбор типа и расчет количества этого оборудования, устанавливаемого в технических помещениях кроссовых и аппаратных и на рабочих местах, осуществляется в процессе проектирования административной подсистемы и подсистемы рабочего места соответственно.

Диаграмма процесса проектирования для наиболее часто встречающегося на практике случая реализации горизонтальной подсистемы на основе кабелей из витых пар приведена на рис. 4.6, а результаты расчетов сводятся в обобщающую табл. 4.3.

Сразу же отметим, что излагаемый далее материал относится к случаю обычного офиса и реализации проводки на основе кабелей из витых пар, так как именно в такой конфигурации создается подавляющее большинство кабельных систем в нашей стране. При необходимости проектирования горизонтальной кабельной проводки открытого офиса, систем централизованного администрирования по TSB-72 и выполнения проектов типа fibre to the desk все приводимые

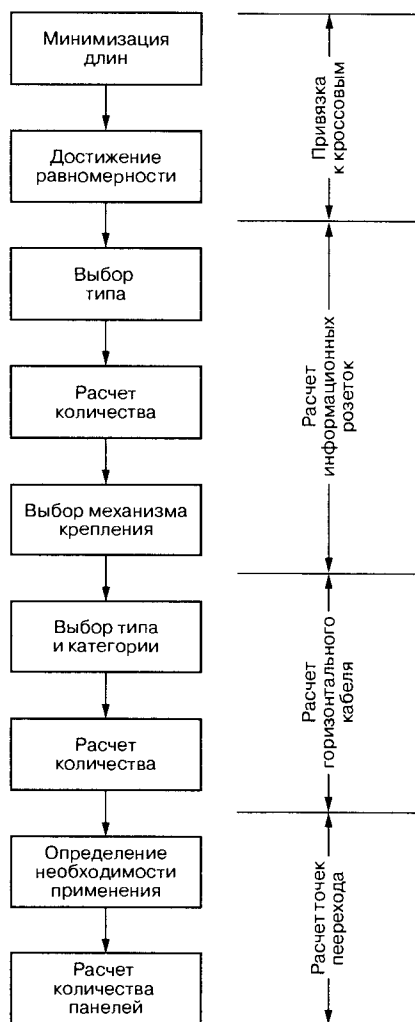


Рис. 4.6. Диаграмма процесса проектирования горизонтальной подсистемы

положения легко адаптируются к его особенностям с учетом технических и монтажных параметров применяемой для этого элементной базы.

4.4.1. Привязка отдельных рабочих мест к кроссовым

Процесс проектирования горизонтальной подсистемы начинается с привязки отдельных рабочих мест к кроссовым. Количество кроссовых и места их расположения задаются решениями, принятыми на архитектурной фазе проектирования.

Таблица 4.3. Горизонтальные подключения

Заказчик: _____ Объект: _____ Здание: _____											
№ п/п	Техническое помещение	Кол-во ИР	Количество розеточных модулей			Кабель категории 5е		Кабель категории 6		Оптический кабель	
			Кот. 5е	Кот. 6	Опт.	Тип	Кол-во	Тип	Кол-во	Тип	Кол-во
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

В небольших и средних СКС, когда предусматривается одна кроссовая на этаж, процесс привязки превращается в формальность и при «табличной» схеме проектирования заключается в переносе суммарных данных по количеству розеток из соответствующих граф в табл. 4.1 и 4.3.

Площадь рабочих помещений, обслуживаемых КЭ, согласно стандартам ISO/IEC 11801 и EN 50173 не должна превосходить 1000 м². С учетом данных по плотности размещения рабочих мест, приведенных в разделе 4.3.1, это означает, что одна кроссовая обслуживает максимум 167–250 рабочих мест. Некоторые производители СКС устанавливают свои нормы по количеству обслуживаемых рабочих мест, которые, впрочем, не выходят за указанные пределы. Так, в частности, согласно рекомендациям производителя кабельной системы freenet швейцарской компании Reichle & De-Massari максимальное количество стандартных 2-портовых ИР, подключаемых к коммутационному оборудованию КЭ, не должно превышать 200.

В тех случаях, когда на этаже имеется несколько кроссовых, необходимо соблюдать следующие условия:

- максимальная длина горизонтального кабеля ни в коем случае не должна превышать 90 м¹;
- каждая кроссовая должна, по возможности, обслуживать примерно одинаковое количество рабочих мест;
- при прочих равных условиях распределение отдельных рабочих мест по кроссовым должно производиться по критерию минимизации средней длины кабельного проброса;
- при прочих равных условиях рекомендуется минимизировать количество кабельных пробросов (кабельных трасс) длиной свыше 75 м.

¹ При необходимости подключения рабочих мест, удаленных на большее расстояние, производится организация новой кроссовой или функционально аналогичного ей объекта. В наиболее сложных случаях часто осуществляется полная или частичная перепланировка технических помещений с изменением их расположения, площади, организации новых кроссовых и т.д.

Прокомментируем последнее положение более подробно. Одним из основных параметров, определяющих качество передачи информации со стороны кабельной системы, является защищенность, которая рассчитывается по модели обычной или суммарной мощности. Данный параметр на линиях длиной выше 15 м целиком и полностью задается затуханием кабеля, которое имеет максимальное значение на верхней граничной частоте. Согласно стандарту ISO/IEC 11801 погонное затухание горизонтальных кабелей СКС категории 5е на частоте 100 МГц не должно превышать 22 дБ/100 м. Поэтому ограничение общей протяженности постоянной линии значением 75 м эквивалентно введению дополнительных запасов по защищенности от переходной помехи в 3,3 дБ.

Соблюдение данных правил полезно также в тех ситуациях, когда в силу каких-либо архитектурных или организационных особенностей нарушается условие наличия на каждом этаже хотя бы одной крессовой.

4.4.2. Выбор типа информационных розеток

Выбор вида информационных розеток (ИР) и категории устанавливаемых в них розеточных модулей однозначно задается решениями, принятыми в процессе разработки и последующей защиты эскизного проекта и определяющими тип среды передачи сигнала. Основные данные по розеточным модулям систематизируются в процессе проектирования подсистемы рабочего места. В процессе проектирования горизонтальной подсистемы производится конкретизация количества розеточных модулей на рабочих местах и принципов крепления корпуса ИР и отдельных розеточных модулей в нем.

На выбор типа ИР наряду с количеством устанавливаемых в них розеточных модулей существенное влияние оказывает конструктивное исполнение корпуса и возможность реализации того или иного способа крепления в точке установки.

На рабочем месте могут быть использованы информационные розетки с одним или несколькими розеточными модулями. Основная масса ИР по состоянию на середину 2001 года реализуется в варианте с двумя универсальными розеточными модулями, иногда не совсем корректно предназначенными для обеспечения работы телефона и подключения компьютера к ЛВС. Однопортовые ИР достаточно часто используются для подключения телефонов постов охраны, выделенных сетевых устройств коллективного пользования типа принтеров и других аналогичных приборов. Корпуса емкостью от четырех до двенадцати розеточных модулей наиболее эффективны при обслуживании явно выраженной обособленной группы компактно расположенных рабочих мест. Подобное решение достаточно часто применяется при размещении пользователей в залах большой площади или же при создании кабельной проводки в помещениях, попадающих под действие определения открытого офиса. Еще одним достаточно популярным случаем его использования является наличие особых требований заказчика к оборудованию отдельных рабочих мест более чем двумя розеточными модулями из-за необходимости подключения увеличенного количества сетевых приборов по сравнению с традиционным.

Вид конструктивного исполнения корпуса ИР в значительной степени определяется схемой организации кабельных трасс горизонтальной подсистемы, то есть закладывается еще на архитектурной фазе проектирования. Дать какие-либо рекомендации универсального характера из-за многообразия вариантов реализации не представляется возможным. Тем не менее здесь существуют достаточно общие правила, которые могут быть сформулированы следующим образом:

- при монтаже ИР с использованием короба или по иной схеме, когда корпус розетки занимает вертикальное положение, целесообразным является применение розеточных модулей с угловой установкой как обеспечивающих меньший радиус изгиба шнура в точке подключения;
- при монтаже ИР, корпус которой имеет в рабочем положении горизонтальную ориентацию, используется плоская установка розеточных модулей;
- схема крепления розеточного модуля должна делать невозможным или, по крайней мере, существенно затруднять его демонтаж без применения специальных инструментов (защита от любопытных); достаточно хорошо этому критерию отвечает схема key-stone.

Метод крепления корпуса ИР выбирается с учетом их конструктивного исполнения, способа прокладки кабелей горизонтальной подсистемы и отражается в столбце 10 табл. 4.1. Данная информация используется в дальнейшем для определения габаритов декоративных коробов, выбора метода крепления розеток и расчета количества крепежных элементов.

4.4.3. Расчет горизонтального кабеля

4.4.3.1. Выбор типа и категории

Выбор типа и категории кабеля горизонтальной подсистемы зависит от решений, принятых в процессе разработки эскизного проекта и определяющих тип среды передачи сигнала, а также условий прокладки кабельной проводки.

Согласно стандарту ISO/IEC 11801 для организации горизонтальной подсистемы СКС могут быть использованы симметричный электрический и волоконно-оптический кабели.

Категория симметричных кабелей из витых пар определяется в зависимости от максимальной частоты передаваемого сигнала. По состоянию на середину 2002 года при точном следовании положениям стандартов ISO/IEC 11801:2000(E) и TIA/EIA-568 во вновь проектируемых СКС на уровне горизонтальной подсистемы может применяться элементная база категорий 5е. Параметры линий категории 6 на момент сдачи данной монографии в печать официально утверждены не были, однако по имеющимся в распоряжении автора данным работа над этим стандартом находится в стадии формального подписания окончательно согласованных спецификаций. На основании этого при создании новых и модернизации существующих кабельных систем рекомендуется прокладывать до каждого рабочего места два кабеля категории 5е или 6 и устанавливать соответствующие розеточные

модули в ИР. В случае необходимости вполне допустима прокладка экранированных кабелей категории 7 и выше, обладающих, как известно, еще лучшими характеристиками.

Известно также применение для формирования горизонтальной подсистемы сдвоенных (спаренных, или сиамских) кабелей, которые позволяют довести до рабочего места за один цикл протяжки сразу два 4-парных элемента. Обычно стоимость такого изделия равна удвоенной стоимости одиночного кабеля традиционной конструкции, а выигрыш от его применения достигается за счет некоторого сокращения времени выполнения работ. Массовое внедрение этого решения сдерживается, во-первых, как некоторым неудобством протяжки такого кабеля за счет его несимметричной формы, так и, во-вторых, отсутствием сдвоенных конструкций в производственной программе многих фирм-производителей кабельной продукции и собственно СКС.

Многопарные кабели прокладываются непосредственно до рабочих мест только при использовании упомянутых выше 6- и 12-постовых корпусов информационных розеток. Во всех остальных случаях необходимо проектировать точки перехода. Использование таких кабелей для обслуживания ИР меньшей емкости недопустимо, так как стандарты требуют обязательного подключения всех пар к розеточным модулям (проводники не должны «висеть» в воздухе). Распределение витых пар многопарного кабеля по розеточным модулям нескольких ИР без точки перехода недопустимо и не сертифицируется производителями СКС, так как по правилам монтажа витая пара без оболочки не может находиться вне корпуса информационной розетки. Данный запрет становится недействительным в случае применения многоэлементных кабелей, однако в основной массе СКС они отсутствуют¹ или могут быть изготовлены только по специальному заказу после обсуждения спецификации, то есть не являются складской позицией у дистрибьюторов и не могут быть поставлены достаточно быстро.

Основные нормативно-технические документы на СКС запрещают на уровне горизонтальной подсистемы как параллельное включение пар разных электрических кабелей, так и применение муфт и иных технических средств для их сращивания. Это объясняется, в первую очередь, сложностью получения на этих элементах нормированных стандартами параметров по возвратным потерям, переходному затуханию и т.д. из-за неизбежного нарушения регулярности фабричной скрутки проводников пары. При необходимости использования кабельной проводки СКС для обеспечения работы сетевого оборудования, подключаемого по схеме многоточки или различных разновидностей общей шины, а также требующего для нормального функционирования нагрузочных резисторов, согласно стандартам следует применять соответствующие адаптеры. Обычно такое оборудование не отличается высокой требовательностью к пропускной способности линейного тракта, поэтому целесообразно устанавливать адаптеры, выполненные по схеме внешних устройств с их подключением к розеточному модулю ИР.

¹ Данный факт объясняется, в первую очередь, несколько худшими массогабаритными и ценовыми показателями изделий данной разновидности.

Наличие и отсутствие экранирующих оболочек определяется требованиями заказчика к электромагнитной совместимости кабельной проводки и другого телекоммуникационного оборудования, а также уровнем электромагнитных наводок в помещениях, в которых происходит организация кабельных трасс. Дополнительно учитываются требования к уровню защиты охраняемой информации от НСД и намеренного силового воздействия (см. главу 8).

Конструктивное исполнение горизонтального кабеля вне зависимости от его типа определяется в первую очередь теми разновидностями и конкретными типами кабельных трасс, которые были выбраны на архитектурной фазе проектирования СКС. В соответствии с условиями прокладки на определенной части кабельных трасс может понадобиться применение кабелей с оболочками из негорючего материала (подробнее см. раздел 7.1), а также кабелей с повышенной стойкостью к различным климатическим воздействиям, в первую очередь к воздействию влаги и пониженной температуры окружающей среды.

Волоконно-оптический кабель используется на уровне горизонтальной подсистемы в случае реализации проектов *fibre to the desk*. По состоянию на середину 2001 года такое решение заметно проигрывает по стоимостным показателям решениям на базе кабелей из витых пар, в первую очередь из-за существенно более высокой стоимости оконечного активного сетевого оборудования. Основной областью его применения являются те случаи, когда ценовые показатели решения не являются первостепенными, то есть оно используется в ситуациях особых требований к обеспечению конфиденциальности передаваемой информации или сложной электромагнитной обстановки.

При выборе типа горизонтальных кабелей в обязательном порядке учитываются требования обеспечения выполнения противопожарных норм (см. главу 7). Применение кабелей в негорючем исполнении является более предпочтительным в зданиях со значительной концентрацией людей вне зависимости от конструктивного исполнения кабельных трасс [76].

4.4.3.2. Определение величины расхода

При расчете длины горизонтального кабеля учитываются следующие очевидные положения. Каждый розеточный модуль ИР связывается с коммутационным оборудованием в кроссовой этажа одним кабелем. Кабели прокладываются по кабельным каналам в обязательном порядке прямолинейно или с поворотом под углом не более 90° . Это объясняется тем, что наличие бухт и петель кабеля приводит к значительному ухудшению параметров образуемого с его помощью тракта передачи сигналов. Совокупность указанных обстоятельств приводит к тому, что в качестве достаточно эффективной оценки длины горизонтального кабеля можно использовать длину трассы его прокладки, то есть в соответствии с терминологией теории вероятностей длину кабельной трассы можно рассматривать как несмещенную оценку длины прокладываемого по ней кабеля. Трасса рассматривается как пространственный объект, то есть при ее анализе в обязательном порядке принимаются во внимание спуски, подъемы, переходы на разные уровни

и т.д. каналов для прокладки кабеля. Некоторое увеличение фактической величины расхода за счет неровностей укладки, невозможности полного использования кабеля из стандартных упаковок и необходимости выполнения процедур подключения кабеля к розеточным модулям учитывается введением определенных поправочных коэффициентов.

На практике находят применение два основных метода вычисления количества кабеля, затрачиваемого на реализацию горизонтальной подсистемы:

- метод суммирования;
- статистический метод.

Метод суммирования заключается в подсчете длины трассы каждого горизонтального кабеля с последующим сложением найденных таким образом значений. К полученному результату добавляется определенный технологический запас, а также запас для выполнения разделки в розетках и на кроссовых панелях. Достоинством рассматриваемого метода является высокая точность. Однако при отсутствии средств автоматизации и проектировании СКС с большим количеством портов такой подход оказывается чрезмерно трудоемким. Его применение практически исключает, в частности, возможность просчета нескольких вариантов организации кабельной системы на этапе выбора общей структуры СКС и формирования технического предложения. Он может быть рекомендован для использования только в следующих случаях:

- в процессе выполнения технического проекта и разработки рабочей документации;
- при особо жестких требованиях заказчика в отношении обоснования проектных решений;
- при наличии у разработчика специализированных программ автоматического проектирования (например, пакета CADDY), когда выполнение рутинных операций учета всех спусков, поворотов и т.д. в процессе подсчета общей длины каждого проброса перекладывается на средства вычислительной техники.

Статистический метод в своем изначальном варианте, по имеющимся в распоряжении автора данным, был впервые рекомендован для широкого использования в процессе практического проектирования компанией AT&T еще в начале 90-х годов. Этот метод реализует на практике положение известной центральной предельной теоремы теории вероятностей. Сущность его заключается в использовании оценки средней длины отдельного проброса для подсчета общей длины горизонтального кабеля, затрачиваемого на реализацию конкретной кабельной системы или, точнее, той ее части, которая обслуживается отдельной кроссовой. Сама оценка осуществляется на основе статистических закономерностей, обязательно проявляющихся при реализации любой структурированной кабельной проводки. Некоторому увеличению точности расчетов по статистическому методу дополнительно способствует тот факт, что в соответствии со стандартом ISO/IEC 11801 длина кабелей горизонтальной подсистемы не может превышать 90 м.

Сущность метода состоит в следующем. Длина любой j -й трассы может быть представлена в следующем виде: $\ell_j = v_j + \xi_j$, где v_j – длина кабеля, прокладываемого на вертикальных участках трассы, ξ_j – случайная величина, имеющая определенный закон распределения в площади хОу рабочей зоны, обслуживаемой коммутационным оборудованием, которое установлено в данном техническом помещении. Предположим теперь, что:

- рабочие места оборудованы однотипными ИР и распределены по площади хОу обслуживаемой территории равномерно (выполнено требование раздела 4.3.1 относительно распределения ИР);
- расположение технических помещений оптимально или не отличается от него слишком сильно, то есть КЭ расположена примерно в центре обслуживаемой рабочей зоны (см. далее раздел 4.4.5.1);
- кабельные трассы основной массы горизонтальных кабелей устроены по одному принципу, то есть с достаточной для практики точностью можно принять $v_j = \text{const}$.

В случае выполнения указанных выше условий функция плотности вероятности распределения длин отдельных пробросов является симметричной (имеет нулевую асимметрию). Оценка средней длины кабельной трассы при симметричном распределении может быть найдена как полусумма длин наибольшей и наименьшей по длине кабельных трасс.

При нарушении условия равномерного распределения рабочие места объединяются в группы, в которых с большей или меньшей точностью выполняется принцип равномерности. Для каждой такой группы расчет выполняется отдельно. Этот прием позволяет свести задачу проектирования к предыдущему случаю. Несложно убедиться в том, что при дальнейшем дроблении групп, вплоть до одиночного кабеля, статистический метод постепенно переходит в метод суммирования.

На основании сделанных предположений средняя длина L_{av} кабеля, затрачиваемого на реализацию одного проброса, принимается равной:

$$L_{av} = \frac{(L_{\max} + L_{\min})}{2} K_s + X,$$

где $L_{\min}$ и $L_{\max}$ – длина кабельной трассы от коммутационного элемента, самого дальнего от точки ввода в кроссовую, до розеточного модуля информационной розетки соответственно самого близкого и самого далекого рабочего места, рассчитанная с учетом особенностей прокладки кабеля, всех спусков, подъемов, поворотов, межэтажных сквозных проемов (при их наличии) и т.д.; высота шкафа, необходимая для выполнения этих расчетов, определяется в соответствии с положениями раздела 5.2.3;

K_s – коэффициент технологического запаса, равный 1,1 (10%);

X – запас для выполнения разделки кабеля.

Величина запаса на разделку кабелей учитывается для обеих сторон проброса и в соответствии с рекомендациями BICSI устанавливается в ИР равной 30 см для кабелей из витых пар и 100 см – для оптических кабелей. Для шкафа значение этого параметра принимается таким же, если длина прокладки кабельного пучка внутри конструктива включается в длину трассы. В противном случае в соответствии с рекомендациями BICSI оно устанавливается равным 3 м. Отметим, что длина горизонтального кабеля не может превышать 90 м с учетом указанных запасов. Это страхует проектировщика от превышения нормируемой стандартными длины горизонтального кабеля в процессе реализации СКС из-за возможных увеличений протяженности трассы, которые вполне вероятны в условиях реального объекта и трудно учитываются в процессе выполнения проектных работ.

Статистика реализованных проектов показывает, что с достаточной для практики точностью величина $L_{\min}$ при условии установки СКС в типовом офисном здании может приниматься равной 7,4 м (рис. 4.7а).

Далее рассчитывается общее количество N_{cr} кабельных пробросов, на которые хватает одной катушки кабеля:

$$N_{cr} = \frac{L_{cb}}{L_{av}},$$

где L_{cb} – длина кабельной катушки (стандартные значения 305 м, 500 м и 1000 м), причем результат округляется вниз до ближайшего целого.

На последнем шаге получаем общее количество кабеля L_c , необходимое для создания кабельной системы:

$$L_c = L_{cb} \times \frac{N_{to}}{N_{cr}} \quad (4.1)$$

где N_{to} – количество розеточных модулей информационных розеток СКС.

Результат деления в формуле 4.2 получается обычно нецелочисленным. Поэтому здесь также используется округление вверх до целого числа.

Приведенный алгоритм может быть использован в электронной таблице Excel. Используемая формула для наиболее распространенных на практике 305-метровых (1000-футовых) упаковок кабеля имеет вид

$$= \text{ОКРУГЛВВЕРХ}(N_{to} / (\text{ОКРУГЛВНИЗ}(L_{cb} / (L_{av} \times 1,1 + X); 0)); 0) \times 305 \quad (4.2)$$

где N_{to} , L_{cb} , L_{av} , X – числовые значения или ссылки на ячейки, в которых содержатся цифровые значения соответствующих параметров.

В случае реализации проводки на кабелях различных категорий расчет осуществляется по каждой категории отдельно. Естественно, что при использовании во всем здании однотипных ИР с розеточными модулями разных категорий количество кабеля разных категорий оказывается равным, и расчет выполняется один раз.

а)



б)



Рис. 4.7. Частотное распределение длин горизонтальных кабелей СКС:
а) минимальных; б) максимальных

4.4.3.3. Область применения и ограничения метода

Дадим оценку количества портов СКС, при котором применим статистический метод. Длины кабельных трасс (или что в соответствии со сделанными выше допущениями эквивалентно длинам отдельных пробросов горизонтальной подсистемы СКС) могут считаться независимыми случайными величинами. Из курса теории вероятности известно, что дисперсия среднего арифметического попарно независимых случайных величин в n раз меньше дисперсии σ^2 каждой из величин, то есть в применяемых в данном разделе обозначениях можно записать $D(\ell_{cp}) = \sigma^2/n$. Из рис. 4.8 следует, что в реальных проектах коэффициент вариации, определяемый как σ/ℓ_{cp} , имеет значение порядка 0,42 (усреднение осуществлялось в общей сложности более чем по 50 реализованным кабельным системам).

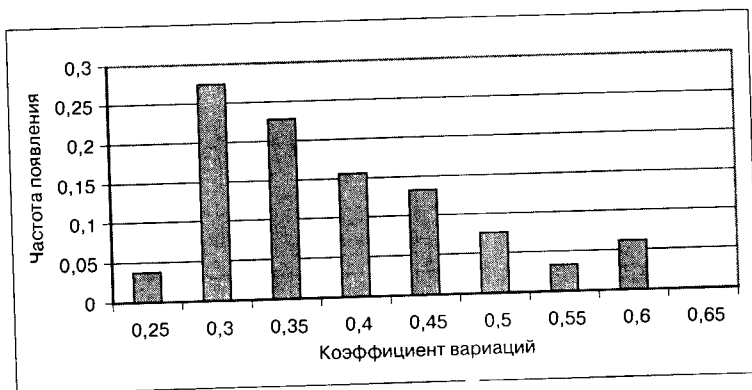


Рис. 4.8. Распределение коэффициента вариаций средних длин кабельных трасс горизонтальной подсистемы реальных проектов

В этой ситуации количество n отдельных пробросов, при которых величина среднеквадратичного отклонения среднего арифметического их длин от математического ожидания не превысит заранее заданного значения, для определенности, например 5%, может быть найдена исходя из следующего соотношения:

$$\frac{\sigma}{\ell_{\text{ср}} \sqrt{n}} \leq 0,05.$$

При $\sigma/\ell_{\text{ср}} = 0,42$ получаем, что n должно быть не менее 84, то есть применение статистического метода является оправданным для расчета кабельных систем или их частей, обслуживающих не менее $N = 42$ рабочих мест.

Одним из условий применения статистического метода было предположение того, что функция распределения является симметричной. Обработка данных практически реализованных проектов показывает, что средний коэффициент асимметрии равен примерно 0,44 (рис. 4.9), то есть отличие функции распределения от симметричной, строго говоря, не может считаться пренебрежимо малым.

Рассмотрим, насколько это отличие влияет на точность расчетов по формуле 4.2. Для этого согласно методу моментов аппроксимируем фактически получаемую функцию распределения рядом Грама-Шарлье [77], который представляет собой обычное нормальное распределение с поправкой. Для упрощения дальнейших расчетов при построении ряда в нем удерживается только два первых члена:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} \left[1 + \frac{\gamma_3}{3\ell} (x^3 - 3x) + \dots \right], \quad (4.3)$$

где γ_3 — коэффициент асимметрии;

$$x = \frac{t - Mt}{\sigma} \quad \text{— стандартизованная случайная величина.}$$



Рис. 4.9. Распределение коэффициента асимметрии длин кабельных трасс горизонтальной подсистемы реальных проектов

Вероятность того, что длина горизонтального кабеля не превысит x , составит

$$\Phi_u(x) = \Phi(x) + \frac{\gamma_3}{3\ell\sqrt{2\pi}}(1-x^2)e^{-\frac{x^2}{2}} \dots \quad (4.4)$$

где $\Phi_u(x)$ – аппроксимируемая функция распределения, $\Phi(x)$ – функция нормального распределения.

Результаты расчетов по формуле 4.4 показывают, что с вероятностью 99% в горизонтальной подсистеме типичной СКС со средней длиной горизонтального кабеля в 40 м и коэффициентом вариаций 0,42 будут отсутствовать кабели длиной менее 6,1 м и более 84 м. Кроме того, с вероятностью 95% длина горизонтального кабеля не превысит 70 м. Полученные результаты означают, что:

- расход кабеля для реализации пробросов длиной свыше 70 м целесообразно рассчитывать отдельно, так как непосредственная подстановка этих значений в формулу 4.2 достаточно сильно искажает оценку количества необходимого кабеля;
- пробросы длиной менее 5–6 м при определении расхода кабеля на реализацию кабельной проводки можно не учитывать.

4.4.4. Проектирование точек перехода

Под точкой перехода понимается то место линейной части тракта передачи сигнала горизонтальной подсистемы, в которой происходит изменение типа используемого кабеля без изменения передаточных характеристик. Согласно стандарту ISO/IEC 11801 в точке перехода плоский кабель (кабель для прокладки под ковром) соединяется с обычным круглым кабелем или выполняется ветвление многопарного кабеля на несколько 4-парных горизонтальных (вариант, более часто встречающийся на практике в нашей стране).

Стандарты не предусматривают каких-либо различий в параметрах всего тракта горизонтальной подсистемы с точкой перехода и без нее. Это вынуждает разработчика СКС закладывать в элементную базу определенные запасы по возвратным потерям, переходному затуханию и другим аналогичным характеристикам. На практике персонал, обслуживающий уже установленную кабельную систему, иногда использует наличие этих запасов для решения некоторых видов задач, не предусмотренных стандартами. Так, в частности, как крайний случай оборудование, применяемое для организации точки перехода или аналогичное ему, может быть использовано для сращивания двух одинаковых кабелей, например, при необходимости наращивания длины в процессе эксплуатации кабельной системы для восстановления связи в случае аварии. Учитывается, однако, что данное решение не разрешается для применения действующими стандартами и их перспективными редакциями и не сертифицируется производителями СКС. На основании этого при первой же возможности такой проброс следует заменить непрерывным кабелем.

Ключевым элементом, на основе которого организуется точка перехода, является обычно кроссовый блок (существенно реже коммутационная панель с розетками модульных разъемов). При этом запрещается ее использование для выполнения операций администрирования кабельной системы и подключения различных активных сетевых устройств, какими бы соображениями это ни обосновывалось. В свою очередь это означает, что в точке перехода принципиально отсутствуют коммутационные шнуры и элементы, их замещающие. Опыт реализации проектов показывает, что в качестве кроссового оборудования точки перехода наиболее целесообразно использовать панели типа 110 в различных вариантах конструктивного исполнения. Наиболее предпочтительно применение панелей 110, разработанных с учетом их установки в трактах передачи телефонных сигналов и отличающихся наличием контактов соседних линеек, которые включены параллельно с помощью специальных размыкателей. В случае использования обычных панелей кабеля, приходящие со стороны КЭ, разводятся на контактах соединительных блоков, примыкающих в рабочем положении к линейке. Для разводки кабелей, соединяющих точку перехода с розеточным модулем ИР на рабочем месте, используются контакты, к которым производится подключение вилки шнура. При этом обязательно осуществляется дополнительная механическая фиксация таких кабелей, для чего необходимо предусматривать соответствующие технические средства.

При отсутствии в составе штатного оборудования СКС панелей типа 110 функции основного элемента точки перехода выполняют так называемые телефонные плинты или изделия на их основе. Необходимым условием возможности использования такого решения является сертификация производителем их характеристик на работу в составе высокоскоростных трактов горизонтальной подсистемы.

Суммарные емкости входящих и исходящих кабелей точки перехода должны быть равны друг другу или же отличаться не более чем на одну пару. Выполнение данного правила в первую очередь препятствует использованию коммутационной

панели не по назначению, например для подключения оконечного оборудования. Поэтому оно должно соблюдаться неукоснительно.

Исходя из изложенного выше, можно констатировать, что емкость коммутационного оборудования для точки перехода рассчитывается только по количеству пар в кабеле, который соединяет ее с КЭ.

По аналогии с консолидационной точкой из соображений подавления резонансных явлений, которые ухудшают характеристики тракта передачи сигнала по переходным помехам, не рекомендуется располагать панель точки перехода ближе 15 м от информационной розетки и коммутационного оборудования технического помещения.

Общие сведения об оборудовании, используемом для построения горизонтальной подсистемы, заносятся в табл. 4.4.

Таблица 4.4. Точки перехода и консолидационные точки

Заказчик: _____										
Объект: _____										
Здание: _____										
№ п/п	Техническое помещение	Входящие кабели			Исходящие кабели			Тип оборудо вания	Количество устройств	
		Кол-во	Пар/ волокон	Всего пар/ волокон	Кол-во	Пар/ волокон	Всего пар/ волокон		Тип	Кол-во
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

4.4.5. Некоторые особенности проектирования нижних уровней кабельной проводки СКС

4.4.5.1. Выбор места расположения технических помещений кроссовой этажа

Из-за значительного количества ИР, устанавливаемых в процессе создания горизонтальной проводки СКС, задача оптимального построения нижнего уровня кабельной системы по различным критериям является очень актуальной. Оптимизируя СКС, можно существенно сократить как объем затрат на создание кабельной проводки, так и время реализации проекта в целом.

Практика реализации СКС в современных общественных зданиях, как изначально спроектированных под офисы, так и адаптированных под размещение в них организаций, показывает, что в подавляющем большинстве случаев в них отсутствуют какие-либо существенные особенности организации кабельных трасс. В данной ситуации в терминах механики координаты расположения помещения

кроссовой, обслуживающей ИР в конкретной рабочей зоне и оптимальной по критерию минимальной средней длины отдельного проброса, совпадают с центром тяжести пластинки Ω , находящейся в плоскости xOy . При этом форма пластинки соответствует топологии обслуживаемой рабочей зоны, а ее плотность $\rho(x,y)$ эквивалентна плотности размещения рабочих мест. Координаты расположения технического помещения рассчитываются по следующим формулам:

$$x_0 = \frac{1}{M} \iint_{\Omega} \rho x dx dy; y_0 = \frac{1}{M} \iint_{\Omega} \rho y dx dy \quad (4.4)$$

где $M = \iint_{\Omega} \rho dx dy$ – общее количество рабочих мест, обслуживаемых конкретной кроссовой.

В том случае, если обслуживаемая рабочая площадь, изображенная на рис. 4.10, представляет собой прямоугольник со сторонами $(a;b)(c;d)$, а отдельные ИР или, что эквивалентно, рабочие места распределены по ней равномерно, то есть

$$\rho(x,y) = \rho = \text{const},$$

координаты расположения помещения кроссовой, оптимальные по критерию минимальной суммарной длины линейных горизонтальных кабелей, численно равны

$$x_0 = \frac{b-a}{2}; y_0 = \frac{d-c}{2}.$$

Ранее было показано (см. раздел 4.4.3), что в этом случае средняя длина кабельного проброса будет близка к

$$\ell' = \frac{(b-a) + (d-c)}{4}.$$

При расположении технического помещения кроссовой на краю обслуживаемой зоны, например, в точке F на рис. 4.10, оценка средней длины кабельного проброса, выполненная по тем же принципам, дает значение

$$\ell'' = \frac{(b-a) + (d-c)}{2}.$$

Таким образом, за счет оптимизации места расположения технического помещения экономия количества кабеля, затрачиваемого на реализацию каждого среднестатистического проброса, может достигнуть

$$\Delta l = \ell'' - \ell' = \ell'' \text{ или } \Delta = \left(\frac{\ell'}{\ell''}\right) 100 = 50\%.$$

Для количественной оценки достигаемого выигрыша воспользуемся данными по типовым размерам обслуживаемой кроссовой рабочей зоны офисного здания – 15×50 м, то есть 750 м^2 , что достаточно близко к предельно допустимому стандартами значению в 1000 м^2 . Для таких зданий экономия кабеля на каждом розеточном модуле ИР может достигнуть $(50 + 15) / 4 \approx 14$ м.

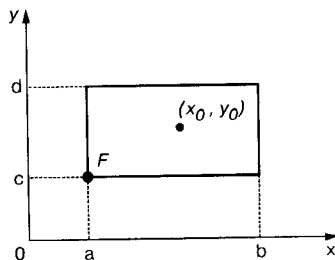


Рис. 4.10. К расчету оптимального места расположения помещения кроссовой

4.4.5.2. Выбор структуры нижнего уровня СКС

Рассмотрим достаточно часто встречающийся на практике случай проектирования некоего функционально законченного фрагмента структурированной кабельной проводки, содержащего, по меньшей мере, несколько десятков ИР, равномерно распределенных на одном этаже офисного здания и установленных с соблюдением норм площади раздела 4.3.1. Очевидно, что в этом случае имеют право на существование две основные схемы организации кабельной проводки, которые назовем следующим образом:

- централизованные структуры, то есть все ИР рассматриваемой рабочей зоны обслуживаются коммутационным оборудованием в одном техническом помещении (рис. 4.11а);
- двухуровневые структуры, в которых применяется коммутационное оборудование, устанавливаемое в нескольких технических помещениях или их функциональных аналогах, причем одно из этих помещений является главным (рис. 4.11б).

В данной ситуации возможна постановка задачи выбора из двух альтернативных вариантов оптимальной структуры построения данного уровня СКС. В качестве основного критерия принятия решения о реализации кабельной проводки по одной из упомянутых выше схем в отсутствие дополнительных ограничений конкретного проекта выберем оценку общей стоимости СКС в той ее части, которая относится к рассматриваемой области. Дополнительным доводом в пользу применения именно этого критерия является то обстоятельство, что минимизация стоимости кабельной проводки обычно позволяет также уменьшить продолжительность строительных работ.

Для выполнения конкретных расчетов воспользуемся рис. 4.11а и 4.11б, на которых изображены две схемы организации кабельной проводки применительно к рассматриваемому случаю. Для определенности примем, что в двухуровневой структуре используется та же самая элементная база, что и в централизованной.

Можно показать, что декоративные короба, монтажные конструктивы и вспомогательные элементы не оказывают существенного качественного влияния на полученные далее результаты. Поэтому при расчетах для простоты принимаются во внимание только телекоммуникационные элементы СКС (кабели, шнуры различного назначения, панели и розетки).

В процессе выполнения расчетов используем данные по стоимости конкретной разновидности оборудования, приведенные в табл. 4.5. Содержащаяся в ней стоимостная информация получена в результате усреднения цен, заимствованных из официальных прайс-листов 22 действующих на российском рынке дистрибьюторов оборудования десяти различных производителей СКС по состоянию на середину 2002 года. Усреднение выполнялось по функционально однотипным изделиям. В качестве меры стоимости использовалась цена 1 м 4-парного горизонтального кабеля, занимающего, по мнению некоторых авторов [78], основную долю в стоимости поставляемого оборудования. При этом принимаются во внимание конструкции с ПВХ-оболочкой как наиболее распространенные в практике реализации проектов.

При определении количества поставляемых шнуровых изделий различного назначения аналогично разделу 4.3.3 принимается статистический подход, то есть

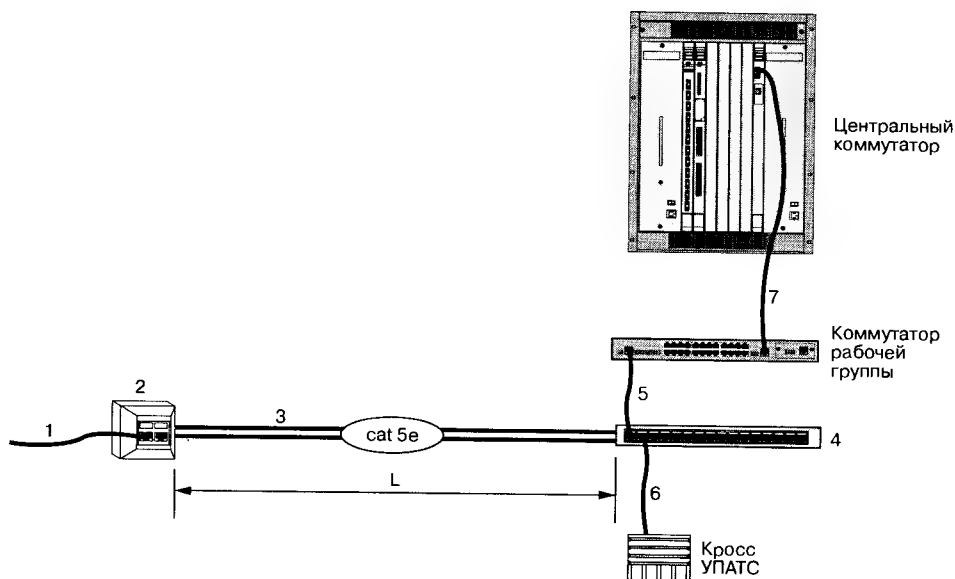


Рис. 4.11а. Структурные схемы построения СКС в случае централизованной архитектуры

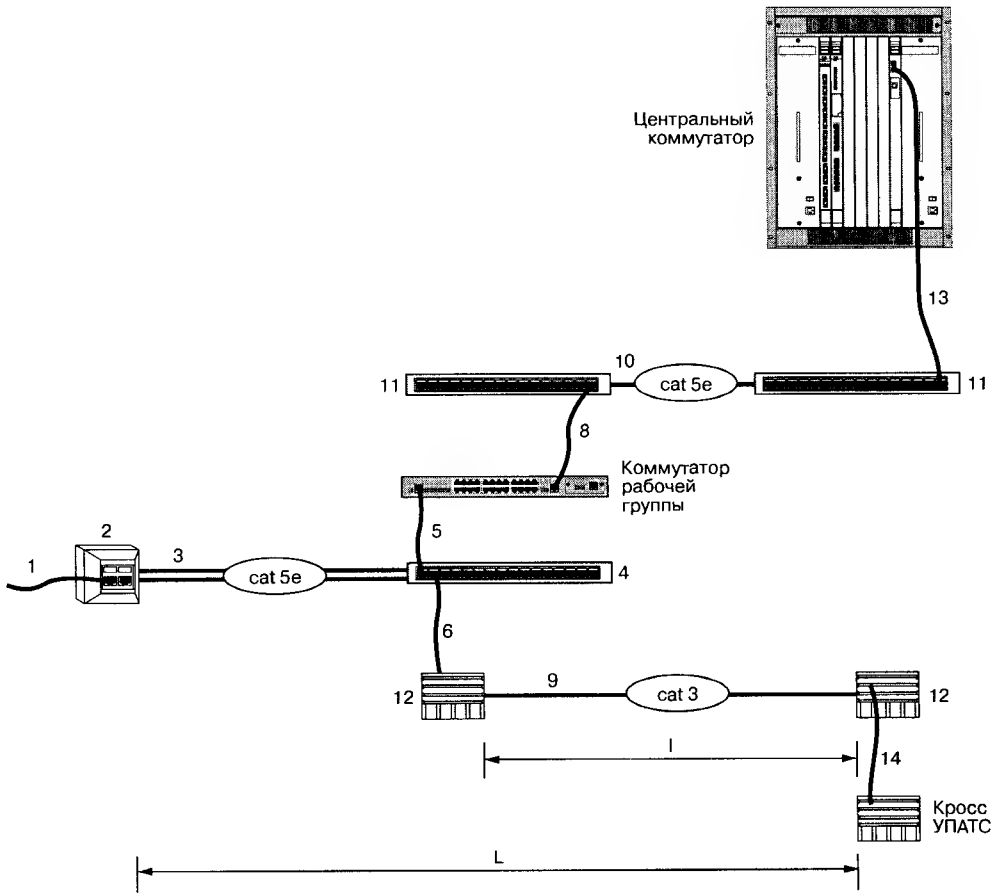


Рис. 4.116. Структурные схемы построения СКС в случае двухуровневой архитектуры

считается, что объем поставки шнуров каждого вида должен соответствовать 70% от количества портов СКС.

Стоимость монтажных работ при построении структурированной кабельной проводки как сложной системы удобно оценивать величиной, кратной с коэффициентом пропорциональности k_w стоимости компонентов СКС. При этом в отличие от [79] будем учитывать только те компоненты, установка которых требует обязательного привлечения обученных и сертифицированных производителем монтажников. В соответствии с этим правилом подключение шнуровых изделий любой разновидности выполняется пользователем кабельной система самостоятельно.

Стоимость работ по прокладке многопарного кабеля вне зависимости от его емкости принималась в 4 раза выше аналогичных работ по прокладке горизонтального

Таблица 4.5. Расход элементов СКС для обслуживания N рабочих мест при различных способах организации кабельной проводки

Наименование компонента	Единица измерения	Тип структуры СКС		Относительная стоимость единицы	Необходимость выполнения работ по монтажу
		Централизованная	Двух-уровневая		
Оконечный шнур	шт.	N	N	14,9	–
Информационная розетка	шт.	N	N	43	+
Горизонтальный кабель категории 5е	м	2NL	2N(L-l)	1	+
Коммутационная панель с розетками модульных разъемов	шт.	2N/24	2N/24	440	+
Оконечный шнур ЛВС	шт.	N	N	13,1	–
Оконечный шнур УПАТС	шт.	N	N	30,7	–
Шнур для подключения up-link-портов коммутаторов рабочих групп к центральному коммутатору	шт.	N/10	–	14,9	–
Шнур для подключения up-link-портов коммутаторов рабочих групп к панели магистрального 4-парного кабеля категории 5е	шт.	–	–	14,9	–
Многопарный кабель категории 3	м	–	1x2N/M	1,2M/4	+
4-парный магистральный кабель категории 5е	м	–	1xN/10	1	+
Панель для подключения 4-парного магистрального кабеля	шт.	–	2N/10	440	+
200-парная панель типа 110 для подключения многопарного кабеля категории 3	шт.	–	2N/96	460	+
Шнур для подключения портов центрального коммутатора к панели магистрального 4-парного кабеля категории 5е	шт.	–	N/10	14,9	–
Шнур для подключения панели типа 110 к панели УПАТС	шт.	–	N	39,2	–

Примечание. N – количество IP; M – емкость многопарного кабеля категории 3.

кабеля. Предполагалось также, что при характерных для современных проектов СКС объемах использования конструкций емкостью $M = 50$ и 100 пар количество таких кабелей будет невелико.

В соответствии с данными табл. 4.5 при условии выполнения перечисленных выше предположений имеем оценку стоимости реализации кабельной системы в условных денежных единицах:

$$\begin{aligned} \text{Централизованная структура} \quad S_1 &= (122 + 2L)N + k_w(80 + 2L)N \\ \text{Двухуровневая структура} \quad S_2 &= (163 + 2L - 1,3\ell)N + k_w(92 + 2L - 1,7\ell)N \end{aligned} \quad (4.5)$$

В обоих случаях величина в первой скобке соответствует относительной стоимости элементной базы, а второй член дает оценку стоимости монтажных работ. Критерием экономической выгодности применения для формирования этажной проводки двухуровневой структуры будет являться выполнение неравенства $S_1 > S_2$. После элементарных преобразований из соотношений формулы 4.5 получаем

$$\ell \geq \frac{41 + 12k_w}{1,3 + 1,7k_w}. \quad (4.6)$$

При $k_w = 1$ имеем, что при прочих равных условиях переход на двухуровневую структуру становится экономически выгодным при $\ell > 17$ м. В разделе 4.4.5.1 показано, что средняя длина кабельного проброса при оптимальном расположении технического помещения оказывается достаточно близкой к $1/4$ части длины обслуживаемой рабочей зоны. Отсюда следует правило о том, что диаметр рабочей зоны, ИР которых подключаются к коммутационному оборудованию в конкретном техническом помещении, нецелесообразно устанавливать выше 70 м.

Кроме офисных зданий большой протяженности учет ограничений формулы 4.6 целесообразен при построении кабельной проводки, предназначенной для обслуживания территориально выделенной группы пользователей. Применительно к этому случаю правило выбора структуры нижнего уровня может быть сформулировано следующим образом: организация отдельного технического помещения или его функционального аналога, предназначенного для обслуживания выделенной группы ИР, является экономически выгодной в том случае, если это позволяет уменьшить среднюю длину проброса горизонтального кабеля, подключаемого к этим розеткам, минимум на 17 м.

Из соотношения в формуле 4.5 также получаем, что при $k_w = 1$ и средней длине проброса горизонтального кабеля $L = 40$ м стоимость монтажа без учета коробов, конструктивов и проектных работ должна составлять примерно 80% от стоимости монтируемых компонентов.

4.4.5.3. О применении гибридных кабелей

Кабели, содержащие одновременно несколько (не меньше двух) типов кабельных элементов, то есть оптические волокна (в том числе одномодовые и многомодовые), витую пару различных категорий, коаксиальную трубку и другие кабельные

компоненты, называются комбинированными, композитными (composite) или гибридными (hybrid) [80]. При построении СКС в ограниченном количестве находят применение комбинированные конструкции, включающие в себя волоконные световоды и витую пару. Основанием для их использования служит тот факт, что в некоторых кабельных системах информационная розетка на рабочем месте оборудуется одним оптическим и одним электрическим портом. Основным преимуществом таких кабелей считаются меньшие габариты и главным образом возможность некоторого снижения затрат на прокладку по сравнению с применением нескольких отдельных кабелей.

Не исключен вариант использования комбинированного кабеля в качестве одного из основных элементов СКС конкретного производителя. В частности, по такому пути пошли специалисты фирм Ackermann и Huber + Suhner, в основу кабельной системы AMCS (all media cabling system) которых положен комбинированный кабель с двумя витыми парами категории 5 и четырьмя волоконными световодами. Наибольшие преимущества данное решение имеет, по замыслу его разработчиков, при построении централизованных оптических архитектур, когда волоконные световоды используются для передачи сигналов ЛВС, а витая пара – для подключения телефонов.

Факторами, сдерживающими широкое использование композитных конструкций, являются:

- малое количество решений типа fibre to the desk (волокно до рабочего места) на современном этапе развития техники информационно-вычислительных систем различного назначения;
- более жесткие требования в отношении минимально допустимого радиуса изгиба по сравнению с «чистыми» конструкциями;
- сложность разводки элементов комбинированных кабелей по отдельным панелям в технических помещениях. Так, в частности, для этого рекомендуют применять наборные панели, которые, как известно, проигрывают функционально аналогичным изделиям по стоимостным параметрам и массогабаритным характеристикам.

На основании перечисленных выше обстоятельств некоторые производители СКС не рекомендуют применять композитные конструкции при построении структурированной кабельной проводки.

4.5. Магистральные подсистемы СКС

В отличие от горизонтальной подсистемы на уровне магистральных подсистем не удастся обеспечить полной универсальности кабельных трактов СКС. Такое положение дел определяется достигнутым на сегодняшний день уровнем техники, а также имеющимся на рынке соотношением цен на основные виды сетевого

оборудования и характерных для магистральных подсистем больших длин трактов передачи сигналов, делающих выгодным применение принципа мультиплексирования в той или иной форме. Данное обстоятельство вынуждает:

- широко привлекать для проектирования СКС информацию о способах и принципах построения более высоких уровней информационно-вычислительной системы предприятия;
- распределять ресурсы магистральной подсистемы по отдельным приложениям с использованием в первую очередь критерия требуемых для их функционирования скоростей передачи информации;
- выполнять оптимизацию создаваемого объекта по критерию «стоимость – функциональные возможности» с широким привлечением уникальной информации о конкретном объекте.

Совокупность перечисленных факторов накладывает определенную специфику на деятельность проектировщика в процессе разработки магистральных подсистем и несколько меняет как сам процесс проектирования, так и перечень решаемых задач. При этом данные изменения не носят принципиального характера.

В процессе проектирования магистралей кабельной системы в функции проектировщика входит решение следующих основных задач:

- конкретизация состава обеих магистральных подсистем, типов линейных кабелей и их категорий;
- расчет емкости магистральных кабелей отдельных видов по парам и волокнам, а также их общего расхода по длине;
- оценка необходимости, выработка принципов резервирования отдельных кабельных линий и решение вопроса о целесообразности применения разветвительных муфт.

Аналогично горизонтальной подсистеме работа по проектированию магистральных подсистем на телекоммуникационной фазе осуществляется в несколько основных этапов (рис. 4.12), выполняемых последовательно. На каждом этапе решается одна из перечисленных выше задач.

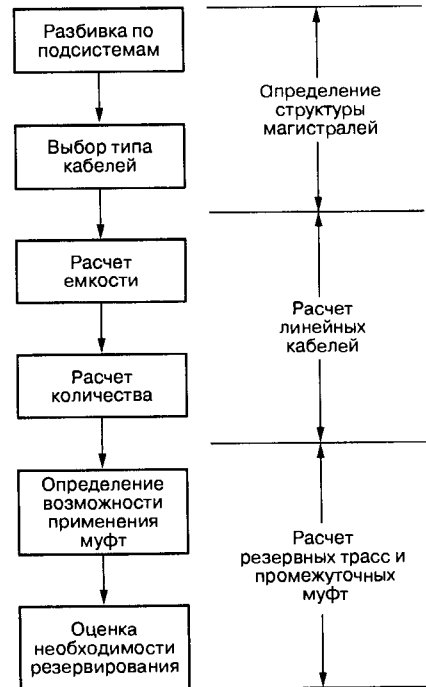


Рис. 4.12. Диаграмма процесса проектирования магистральных систем

4.5.1. Выбор типа и категории магистральных кабелей

Выбор типа и категории¹ кабеля для магистралей кабельной системы задается решениями, принятыми при разработке эскизного проекта и определяющими тип среды передачи сигнала. Общие рекомендации по выбору той или иной элементной базы для решения этой задачи приведены в табл. 4.6, а обоснование приведенных в ней положений осуществляется в последующих разделах.

Согласно стандарту ISO/IEC 11801 магистральные подсистемы могут строиться на симметричных электрических и/или волоконно-оптических кабелях, каждый из которых наиболее эффективен для поддержания функционирования определенных разновидностей сетевой аппаратуры.

Таблица 4.6. Рекомендуемые типы кабеля для построения магистральных подсистем СКС

Длина тракта магистральной подсистемы, м	Приложения с субгигабитными и гигабитными скоростями	Высокоскоростные приложения	Низкоскоростные приложения
0–90 (междуэтажная проводка)	Горизонтальный кабель категории не ниже 5е или многомодовый оптический кабель с волокнами традиционной конструкции	Многопарный электрический кабель категории 5 в варианте power sum	Многопарный электрический кабель категории 3 (возможна использование волоконно-оптического кабеля в случае применения мультиплексоров)
0–300	Многомодовый оптический кабель с волокнами традиционной конструкции		
300–500	Многомодовый оптический кабель с широкополосными световодами	Многомодовый оптический кабель с волокнами традиционной конструкции	
500–1500	Одномодовый волоконно-оптический кабель		
1500–3000	Одномодовый волоконно-оптический кабель		

4.5.1.1. Волоконно-оптический кабель

Тип волоконно-оптического кабеля (одномодовый или многомодовый) зависит от типа применяемого сетевого оборудования и протяженности линейной части магистральной.

Сетевое оборудование ЛВС со скоростью передачи не выше 100 Мбит/с согласно действующим по состоянию на середину 2001 года спецификациям с заданным качеством по скорости передачи, вероятности ошибки и т.д. функционирует по многомодовому оптическому кабелю на линиях максимальной длиной до 2000 м. Это положение зафиксировано также в стандартах СКС, согласно которым

¹ Операция выбора категории производится пока только для электрических кабелей на основе витой пары. Не исключается, что в период 2002–2003 годов органами по стандартизации будет принята аналогичная классификация по пропускной способности также для многомодовых волоконно-оптических кабелей. Необходимость разделения на классы одномодовых кабелей подобно тому, как это делается в сетях связи общего пользования, в области СКС пока не является актуальной задачей из-за принципиального ограничения стандартами максимальной длины кабельных трактов значением 3 км.

максимальная длина канала на многомодовом кабеле может достигать 2000 м (300–500 м кабеля подсистемы внутренней магистрали и 1500–1700 м для кабеля подсистемы внешней магистрали). Как показывает практический опыт, это значение может быть даже в определенных пределах превышено за счет наличия соответствующих запасов и специальных конструктивных решений без какого-либо ущерба для качества передаваемой информации¹.

Тем не менее при сложившемся по состоянию на середину 2001 года уровне цен на работы и отдельные компоненты, необходимые для реализации всей волоконно-оптической линии связи (кабель с аксессуарами плюс активное сетевое оборудование), экономически целесообразным и технически более перспективным является применение многомодовой техники для передачи информационных потоков со скоростями не более 100–155 Мбит/с при трассах длиной не более 1300–1500 м (пример расчета стоимости и ее зависимости от длины тракта для часто используемых на практике интерфейсов Fast Ethernet приведен на рис. 4.13). Указанное значение определяется, в первую очередь, сложившимся сочетанием меньшей стоимости многомодовых оптических интерфейсов аппаратуры ЛВС за счет использования в них более дешевых светодиодных излучателей и более высокой стоимости многомодовых волоконно-оптических кабелей.

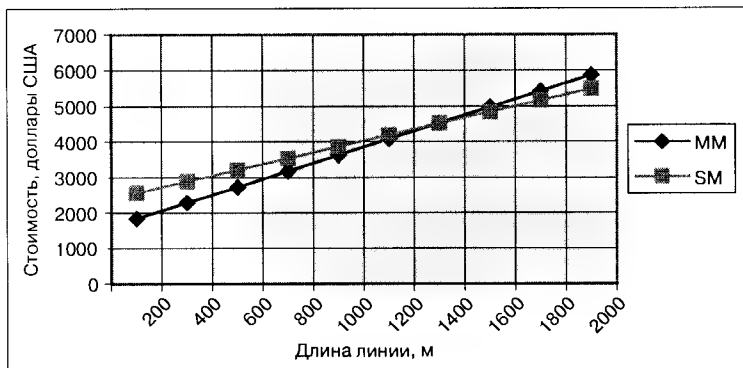


Рис. 4.13. Зависимость стоимости (в долларах США) ВОЛС локальной сети Fast Ethernet от длины тракта в случае ее реализации на одномодовом (SM) и многомодовом (MM) кабеле (цены даны по состоянию на середину 2001 года)

Иная картина наблюдается в случае применения ЛВС Gigabit Ethernet. Согласно спецификации 802.3z максимальная длина многомодового оптического кабеля для передачи сигналов интерфейсов данной аппаратуры не может превышать 550 м. С учетом этого обстоятельства и изложенных выше соображений следуют выводы о том, что:

¹ Некоторые виды сетевого оборудования имеют гарантированную паспортную дальность действия по стандартному многомодовому кабелю 5–10 км.

- волоконно-оптическая часть подсистемы внутренних магистралей должна строиться преимущественно на многомодовом оптическом кабеле;
- основой подсистемы внешних магистралей, длина которых превышает 500 м, преимущественно должен являться одномодовый кабель.

Отметим также, что на линиях подсистемы внутренних магистралей длиной до 250–300 м при сложившемся на состоянию на середину 2001 года уровне цен на элементную базу целесообразно использовать более дешевые многомодовые кабели с волокнами традиционной конструкции. В случае превышения этого значения более выгодным и перспективным является применение кабелей на основе широкополосных световодов следующего поколения [81], которые оптимизированы для передачи сигналов сверхвысокоскоростных интерфейсов Gigabit Ethernet и 10G Ethernet.

В тех ситуациях, когда по оптическому кабелю наряду с ЛВС производится передача сигналов других приложений (например, УПАТС), в линейной части СКС возможно применение комбинированных конструкций, содержащих одновременно одномодовые и многомодовые волокна. Реализация таких кабелей обычно не вызывает у изготовителя элементной базы каких-либо проблем, а конструкция и спецификация комбинированного оптического кабеля обычно обсуждается с производителем кабельной системы при конкретном заказе.

Дополнительным доводом в пользу применения волоконно-оптических линий для построения подсистемы внутренних магистралей даже на трассах протяженностью в несколько десятков метров является то, что они очень эффективно обеспечивают гальваническую развязку дорогостоящего высокоскоростного оборудования в соединяемых технических помещениях.

4.5.1.2. Симметричный электрический кабель

Категория симметричного кабеля определяется в зависимости от максимальной частоты передаваемого сигнала использующей его сетевой аппаратуры.

При выборе типа многопарного симметричного кабеля кроме проверки соответствия его характеристик классу приложения необходимо дополнительно контролировать совместимость (в первую очередь, по уровню) сигналов этих приложений. В случае обнаружения несовместимости приложений применяются следующие приемы:

- если для построения магистральных подсистем используются 25-парные кабели, то сигналы упомянутых приложений передаются по разным кабелям;
- если же магистральная подсистема строится на кабеле большой емкости, то можно воспользоваться тем фактом, что его сердечник собирается из отдельных 25-парных связок (пучков), каждая из которых имеет электрические характеристики 25-парного кабеля той же категории. В данной ситуации сигналы несовместимых приложений передаются по разным связкам одного кабеля;

- вместо многопарного кабеля в данной конкретной части магистральной подсистемы применяется так называемый многоэлементный кабель¹.

Допускается использование в здании двух внутренних магистралей различной категории, например категорий 3 и 5. Обычно это связано с тем, что телефонные системы не требуют кабелей с высокой пропускной способностью для работы на достаточно больших расстояниях.

Описанное решение позволяет создать достаточно экономичную по капитальным затратам магистральную часть кабельной проводки, отвечающую потребностям информационно-вычислительной системы предприятия на момент сдачи СКС в эксплуатацию. Однако при окончательном выборе структуры магистральной части СКС желательно рассмотреть несколько вариантов, причем при выборе одного из них необходимо обязательно учитывать следующие два обстоятельства:

- перспективы использования магистральных кабелей для поддержки функционирования сетевого оборудования, более требовательного к пропускной способности тракта передачи сигнала;
- факт того, что выделение для передачи сигналов различного сетевого оборудования отдельных кабелей одного вида, но различных категорий в определенной степени снижает гибкость кабельной системы.

Данные, приведенные в табл. 4.7, показывают, что при достигнутом к середине 2002 года уровне развития техники многопарные кабели категории 3 и 5 оказываются достаточно близкими друг к другу по основным параметрам, важным с точки зрения строительства линий связи. На основании этого и с учетом приведенных выше соображений в некоторых ситуациях вполне целесообразным и оправданным как в плане экономики, так и техники является применение магистральных кабелей из витых пар только категории 5. Наиболее предпочтительным такое решение оказывается в случае использования многопарных кабелей для организации межэтажных связей в пределах одного здания. В данной ситуации за счет небольшой

Таблица 4.7. Сравнительная характеристика некоторых параметров многопарных кабелей категорий 3 и 5

Параметр	Категория 3	Категория 5
Емкость, поры	25, 50 и 100	25, реже 50
Плотность конструкции, мм ² /пара	3	4,5
Относительная стоимость в пересчете на одну пору	1	2,4
Относительная масса, кг/км пара	5,6–6,2	7,1–8,5

¹ Данный вариант конструктивного исполнения магистральных кабелей гарантированно обеспечивает совместимость приложений, требующих для своей работы трактов передачи с характеристиками, не превышающими установленные для категории 5е. Его массовому использованию на практике препятствует в первую очередь достаточно высокая стоимость, а также отсутствие этой разновидности кабельных изделий в составе штатного оборудования многих производителей СКС.

длины кабельных трасс при незначительном увеличении общей стоимости решения обеспечивается заметное увеличение функциональной гибкости создаваемой кабельной проводки. Дополнительно может быть достигнуто единообразие применяемой элементной базы.

Общее правило относительно выбора среды передачи сигнала, достаточно хорошо работающее в области построения магистральных подсистем СКС, с учетом перечисленных выше обстоятельств может быть сформировано следующим образом: информационные сигналы интерфейсов высокоскоростных приложений передаются в основном по волоконно-оптическому кабелю, а низкоскоростных – по симметричному электрическому. В силу этого линейная часть магистральных подсистем нередко образуется проложенными рядом друг с другом по одной трассе оптическим и многопарным электрическим кабелями.

4.5.2. Схемы соединения групповых устройств сетевого оборудования

В подавляющем большинстве устройств любого вида сетевого оборудования, предназначенных для установки в технических помещениях (групповые устройства), предусматриваются порты двух различных разновидностей. Применительно к приборам уровня рабочей группы это означает, что основная масса интерфейсов изначально ориентируется на обслуживание оконечных устройств (рабочие станции пользователей для концентраторов и коммутаторов ЛВС, аналоговые и цифровые телефонные аппараты в случае УПАТС). Специальные и, как правило, выделенные интерфейсные порты обеспечивают подключение к оборудованию, работающему на более высоких уровнях информационно-вычислительной сети предприятия. Такие порты обычно обладают расширенными функциональными возможностями в смысле возможных вариантов конфигурации, выбора режимов работы, быстродействия и т.д. Их функции выполняют up-link-модули оборудования ЛВС и платы E1 телефонной станции или так называемых выносов УПАТС. С точки зрения проектировщика СКС практический интерес представляют используемые сетевыми администраторами схемы подключения этих портов, прямо определяющие потребляемый объем ресурсов магистральной части кабельной системы. Основные схемы соединения сетевых устройств, находящихся в технических помещениях разного уровня, рассматриваются ниже.

4.5.2.1. Оборудование ЛВС

На практике находят применение три основные разновидности подключения сетевых устройств масштаба рабочей группы к ЛВС предприятия (рис. 4.14). Характерной чертой первой схемы (рис. 4.14а) является обязательное наличие высокопроизводительного группового устройства, к линейным портам которого подключаются порты up-link-модулей коммутаторов (концентраторов), непосредственно взаимодействующих с рабочими станциями пользователей. Вторая схема основана на использовании высокой пропускной способности внутренней

шины современных коммутаторов (рис. 4.14б). Основным условием ее реализации является возможность объединения коммутаторов в стек непосредственно на уровне системной шины, что на сегодняшний день допускается подавляющим большинством изделий этой разновидности сетевого оборудования. Согласно третьей схеме, изображенной на рис. 4.14в, up-link-порты коммутаторов (концентраторов) рабочих групп непосредственно подключаются через магистральные кабели к портам центрального коммутатора, устанавливаемого в аппаратной (кроссовой более высокого уровня).

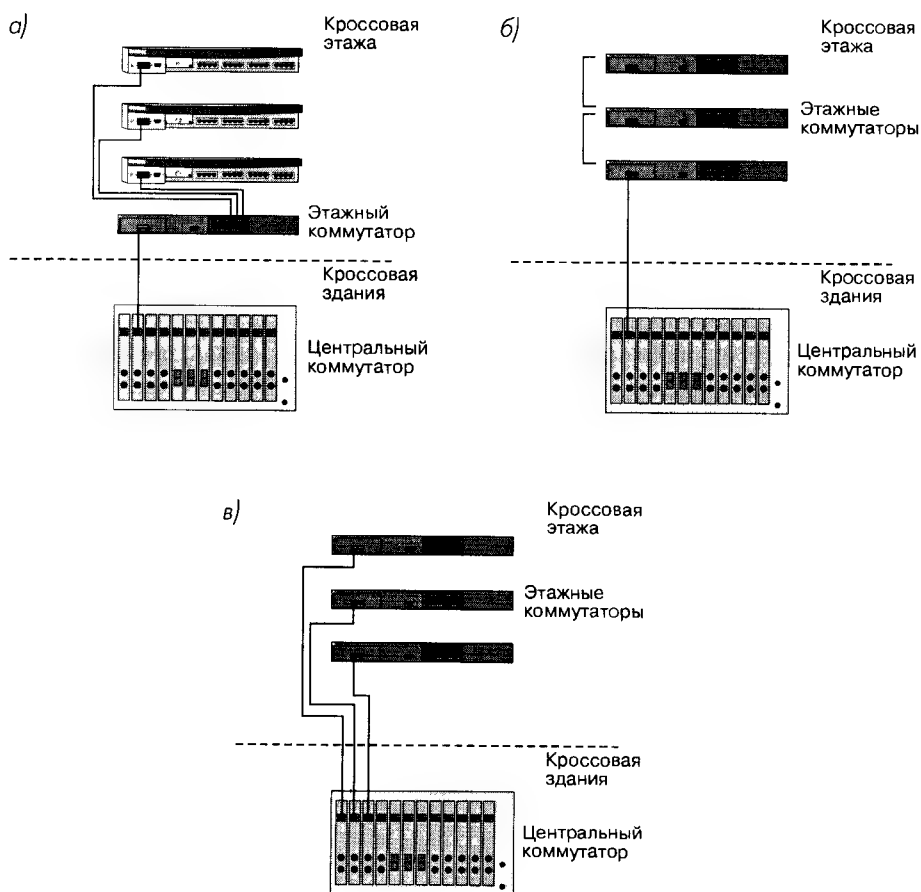


Рис. 4.14. Схемы соединения групповых сетевых устройств ЛВС в различных технических помещениях:

- а) при использовании в КЭ концентраторов и одного коммутатора уровня рабочей группы;
 б) в случае объединения этажных коммутаторов в стек; в) при использовании схемы прямого подключения этажных коммутаторов или концентраторов к центральному коммутатору

Первая схема является наиболее экономичной в плане требуемых ресурсов в магистральной части кабельной системы. Данный вариант построения компьютерной сети достаточно часто применялся на ранних этапах (примерно до 1999 года) развития техники ЛВС, однако в настоящее время из-за своих хорошо известных и принципиально неустраняемых недостатков встречается на практике достаточно редко. Эта схема используется главным образом в тех ситуациях, когда заказчик выдвигает особо жесткие требования в отношении стоимостных показателей решения, а параметр быстродействия ЛВС не является для него первостепенным. Вторая схема характерна в первую очередь для сетей с относительно небольшим объемом трафика, когда пропускная способность внутренней шины отдельного коммутатора не является фактором, ограничивающим эффективность информационного обмена в данном сегменте сети. Третья схема является наиболее требовательной к объему потребляемых ресурсов СКС, так как предполагает организацию отдельного тракта передачи сигналов на каждый рабочий порт up-link-модуля сетевого устройства уровня рабочей группы. Одновременно с этим она обладает наибольшими резервами как в смысле эксплуатационной гибкости, так и в объеме передаваемого трафика. Это обусловлено тем, что здесь ограничение по пропускной способности наступает исключительно на аппаратном уровне приборов ЛВС, то есть на уровне шины центрального коммутатора или портов up-link-модулей коммутаторов рабочих групп.

Даже первичный анализ схемы рис. 4.14б показывает, что по части потребляемых ресурсов магистральной части СКС она превосходит схему рис. 4.14в и уступает схеме рис. 4.14а, одновременно обеспечивая достаточно высокий уровень сервиса. Таким образом, она вполне может применяться на ранних этапах развития информационно-вычислительной сети предприятия. Однако практика реализации и эксплуатации ЛВС свидетельствует о том, что по мере развития сети отдельные этажные коммутаторы начинают постепенно отключаться от стека и подключаться к соответствующим портам центрального коммутатора напрямую по выделенным для этого магистральным трактам. Это означает, что схема рис. 4.14б с течением времени модифицируется в схему рис. 4.14в.

Резюмируя все сказанное выше, можем констатировать, что в связи со значительной продолжительностью эксплуатации СКС расчет ее магистральной части целесообразно вести по схеме рис. 4.14в, которая является наиболее требовательной к количеству трактов передачи информации.

4.5.2.2. Оборудование УПАТС

Современные учрежденческие телефонные станции различных производителей этого вида сетевого оборудования могут реализовывать централизованную и распределенную схемы построения сети.

При создании централизованной схемы организации телефонной связи коммутация сигналов всех телефонных аппаратов осуществляется в одной точке, то есть в точке размещения УПАТС. При этом в остальных промежуточных пунктах сети

осуществляется простое соединение отдельных каналов передачи сигналов шнурами и перемычками.

Распределенная схема организации связи предполагает наличие так называемых выносов или подстанций, подключение которых к центральному блоку станции выполняется по групповым линиям (обычно это одна или несколько линий Е1). Центральный блок при такой схеме может даже вообще не работать с сигналами отдельных телефонных аппаратов в плане обеспечения их непосредственного подключения, выполняя только функции коммутатора групповых сигналов интерфейсных устройств и обеспечения подключения к городской телефонной сети. Можно показать, что при сложившемся на рынке уровне цен на отдельные блоки УПАТС достоинства данного варианта построения сети телефонной связи в части экономии финансовых ресурсов начинают проявляться только при расстояниях между связываемыми узлами в сотни метров и выше. Из-за сравнительно небольших расстояний, на которые передаются телефонные сигналы в большинстве современных СКС (обычно в пределах одного здания), распределенная схема построения телефонной сети предприятия используется на практике сравнительно редко.

Таким образом, можно констатировать, что расчет той части магистральной подсистемы, которая обеспечивает функционирование УПАТС, необходимо вести исходя из установки ее коммутационного оборудования в одной точке. Функции такой точки, как правило, выполняет центральная аппаратная.

4.5.3. Расчет линейных кабелей магистральных подсистем

Проектные работы на этом этапе начинаются с составления полного перечня кабельных линий магистральных подсистем с их разбивкой, в случае необходимости, на внутреннюю и внешнюю магистраль. В качестве исходных данных при этом используются:

- результаты эскизного проектирования;
- информация, полученная в процессе изучения архитектурных чертежей;
- данные, полученные в процессе обследования объекта.

Затем выполняется расчет емкости магистральных кабелей и определение их типа. Из-за отмеченной выше необходимости распределения ресурсов магистральных подсистем по приложениям в проектной документации желательно сразу отразить предполагаемое назначение каждого кабеля.

4.5.3.1. Потребность в ресурсах кабельных трактов СКС типового сетевого оборудования с волоконно-оптическим и электрическим интерфейсами

Наряду со схемой подключения друг к другу устройств, функционирующих на различных уровнях телекоммуникационной инфраструктуры информационно-вычислительной системы предприятия, непосредственное влияние на емкость

кабелей магистральных подсистем оказывают также потребности интерфейсов используемой аппаратуры в числе витых пар или световодов, необходимых для поддержки информационного обмена с заданными качественными показателями. Современная сетевая аппаратура выдвигает различные требования к количеству световодов оптических кабелей, необходимых для организации информационного обмена (табл. 4.8). Основные варианты использования волоконно-оптических трактов СКС сетевыми устройствами различного назначения изображены на рис. 4.15. Наибольшее распространение на практике получила схема на рис. 4.15г.

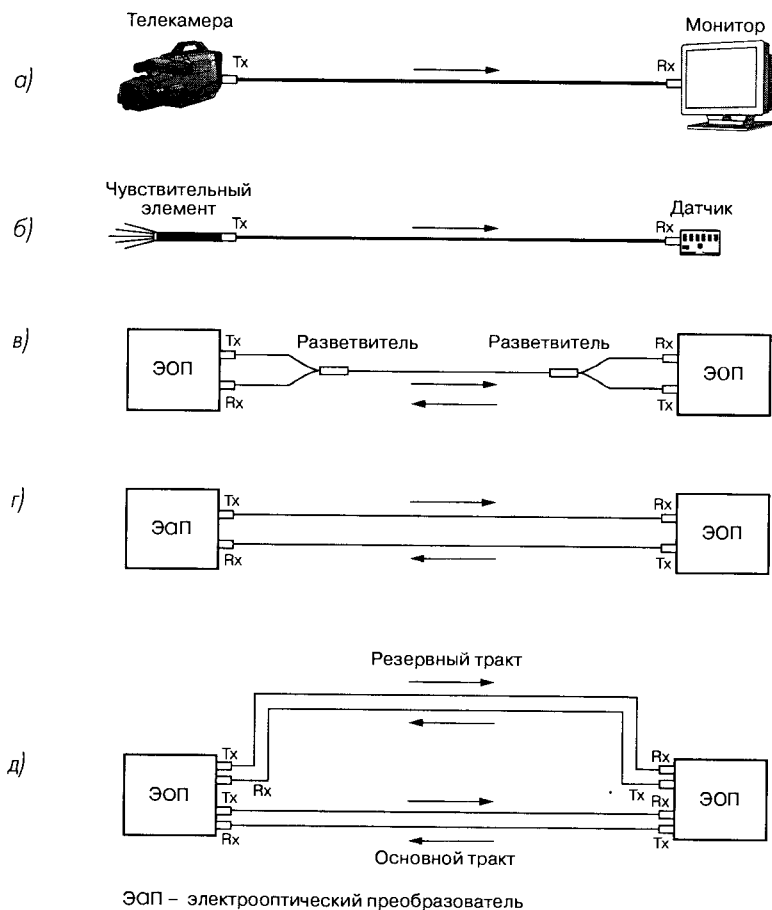


Рис. 4.15. Основные варианты использования волоконно-оптических трактов СКС сетевыми устройствами различного назначения

На абонентском уровне важное значение для расчета параметров структурированной кабельной проводки имеет информация о количестве пар, необходимых

рабочая станция пользователя или телефонный аппарат. В связи с длительным сроком эксплуатации, на который рассчитывается структурированная кабельная проводка, даже в этом случае имеет смысл рассчитать электрическую часть магистральной подсистемы на наиболее критичный с точки зрения требуемого количества пар вариант, то есть на случай подключения 2-парных цифровых телефонных аппаратов на каждом рабочем месте. Это означает, что минимальная емкость кабеля внутренней магистрали составляет 2 пары на рабочее место.

Применение оптического кабеля для построения магистральной подсистемы в конфигурациях с низкой степенью интеграции, как правило, не предусматривается.

Из-за нестандартного количества розеточных модулей, устанавливаемых на одном рабочем месте, данный подход к построению СКС не играет в настоящее время какой-либо заметной роли в практике реализации структурированной кабельной проводки, по крайней мере в случае выдвижения заказчиком требования к ее сертификации производителем СКС.

Конфигурации со средней степенью интеграции отличаются тем, что на рабочем месте устанавливается ИР с двумя розеточными модулями (типовое решение по состоянию на середину 2001 года). Применение волоконно-оптической элементной базы в магистральных подсистемах таких СКС также не предусматривается по различным соображениям. При таком принципе построения проводки минимальная удельная емкость кабеля внутренней магистрали составляет 2,2 пары на рабочее место. В основу выбора именно такого значения емкости положены следующие соображения: две пары используются для передачи сигнала 2-парного цифрового телефона, находящегося на каждом рабочем месте, а две пары – на 10 рабочих мест, то есть 0,2 пары на одно рабочее место служат для создания канала связи сетевого оборудования ЛВС класса не выше Fast Ethernet.

Отсутствие волоконно-оптических кабелей на уровне магистральных подсистем в рассматриваемой конфигурации не дает возможности обеспечить передачу сигналов высокоскоростных интерфейсов ЛВС на расстояние свыше 90 м. В силу этого построение СКС со средней степенью интеграции не может быть рекомендовано как типовое при необходимости создания подсистемы внешних магистралей. Кроме того, использование в магистральной части кабельной системы многопарных кабелей не гарантирует нормального функционирования сверхвысокоскоростных сетевых интерфейсов типа ATM-622, Gigabit Ethernet и Fibre Channel. Совокупность данных обстоятельств определяет основную область применения конфигураций со средней степенью интеграции для построения СКС относительно небольших масштабов в тех ситуациях, когда применение одноуровневых структур невозможно или нецелесообразно по тем или иным причинам. Об этом свидетельствует, в частности, статистика построения СКС с различной степенью интеграции, приведенная на рис. 4.16.

Конфигурации с высокой степенью интеграции включают в себя два или более розеточных модуля на информационную розетку с соответствующим количеством горизонтальных кабелей на рабочее место. Основной характерной чертой таких конфигураций является использование волоконно-оптического кабеля для

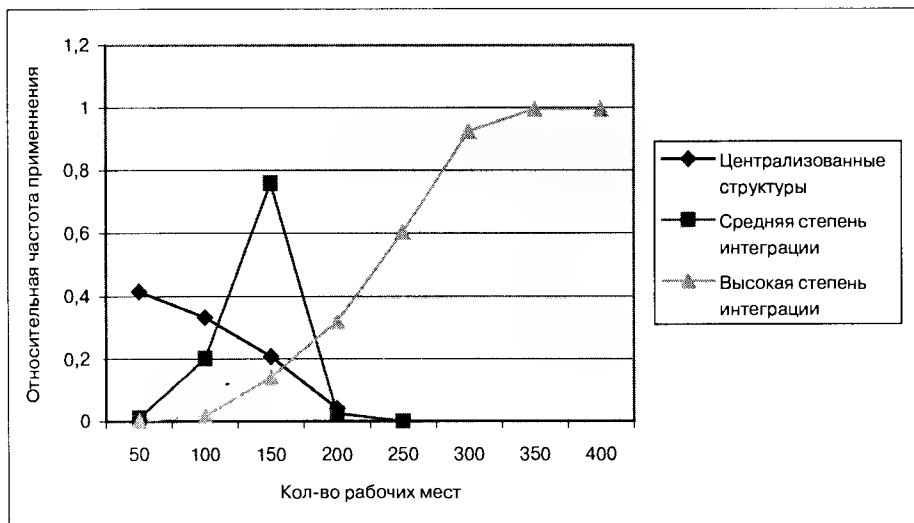


Рис. 4.16. Относительная частота применения СКС с различной степенью интеграции в зависимости от количества обслуживаемых рабочих мест

организации внутренней и внешней магистралей. Конфигурации рассматриваемой разновидности реализуются на основе применения принципа передачи сигналов низкоскоростных приложений по симметричному многопарному кабелю и работы портов up-link-модулей высокоскоростной аппаратуры ЛВС по оптическому кабелю.

Конфигурации с высокой степенью интеграции строятся из расчета применения минимум двух пар и 0,2 волокна на рабочее место в кабелях внутренней магистральной и минимум 2 пар на рабочее место и 2 волокна на каждую кроссовую, подключаемую к аппаратной, в кабелях внешней магистральной. В основу выбора именно такого значения емкости положены следующие соображения. В подсистеме внутренних магистралей две пары используются для передачи сигнала 2-парного цифрового телефона, а два волокна – на 10 рабочих мест, то есть 0,2 волокна на одно рабочее место служат для создания канала связи высокоскоростного сетевого оборудования. Подсистема внешней магистральной служит для передачи сигналов цифровых телефонных аппаратов и оборудования ЛВС коллективного пользования, которое устанавливается в кроссовой.

Кроме трех перечисленных выше основных разновидностей реализации магистральных подсистем на практике находит применение большое число их вариантов. Они представляют собой решения, имеющие характерные признаки двух или трех главных разновидностей конфигураций и максимально адаптированные за счет этого к условиям конкретного проекта.

Приведенные выше значения (см. также табл. 4.9) получены в предположении того, что магистральные подсистемы обеспечивают подключение к центральному

сетевому оборудованию коллективного пользования цифровых телефонных аппаратов на рабочих местах, а также концентраторов и/или коммутаторов ЛВС (в среднем один на 10 рабочих мест) по оптическому каналу связи со скоростями до 1 Гбит/с (в перспективе 10 Гбит/с). Из данных табл. 4.8 следует, что для работы основной массы сетевого оборудования, использующего в качестве среды передачи тракты СКС, требуется два волокна.

Таблица 4.9. Ориентировочные значения удельных емкостей магистральных подсистем СКС с различной степенью интеграции

Степень интеграции конфигурации	Подсистема внутренних магистралей	Подсистема внешних магистралей
Низкая	2 пары на р.м.	–
Средняя	2,2 пары на р.м.	–
Высокая	2 пары на р.м. 0,2 волокна на р.м. Один 4-парный кабель категории 5е и выше на 10 р.м.	2 пары на р.м. 0,2 волокна на р.м.

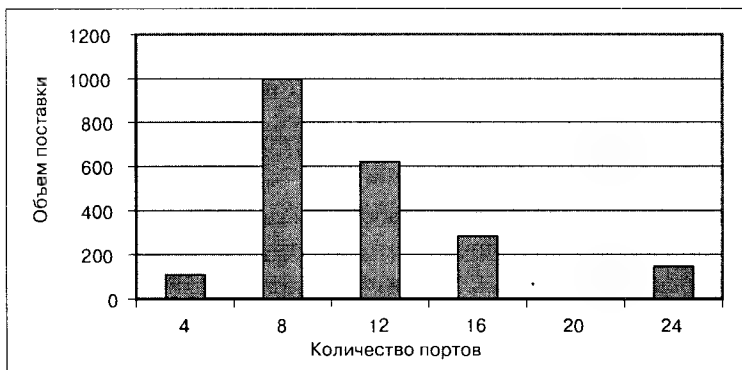
Количество магистральных кабелей, необходимое для реализации линий связи магистральных подсистем, определяется следующим образом. Для каждой из кроссовых этажей установленное минимальное количество пар/волокон на рабочее место умножается на количество рабочих мест (графа 3 табл. 4.3), обслуживаемых этой кроссовой. Найденные емкости кабелей округляются до ближайшего целого сверху количества пар/волокон, которое может быть получено при использовании одного или нескольких кабелей стандартной емкости (25, 50, 100, 200 и т.д. пар или 4, 6, 8, 12, 24, 48 и т.д. волокон). Рассчитанные значения в парах/волоконх и число кабелей заносятся в соответствующие графы табл. 4.13.

Величины емкости кабелей подсистемы внутренних магистралей, найденные в соответствии с приведенным выше алгоритмом, являются нижней допустимой границей. По согласованию с заказчиком суммарная емкость может быть увеличена. Необходимость в увеличении суммарной емкости магистральных кабелей следует, в частности, из анализа статистики применения сетевого оборудования, которая показывает большую популярность применения 8-портовых концентраторов при построении ЛВС (рис. 4.17а). Введение в состав линейной части магистральных подсистем дополнительных электрических и волоконно-оптических кабелей, а также увеличение их емкости относительно нижнего расчетного предела обеспечивает значительное улучшение гибкости кабельной системы, позволяет ввести резервирование в первую очередь на междуэтажных участках магистральной проводки и создает предпосылки для расширения функциональных возможностей СКС в целом.

При создании распределенных магистралей расчет емкости кабелей выполняется по тем же принципам и в несколько этапов по числу отдельных трасс.

Основные результаты расчетов магистральных соединений заносятся в табл. 4.13.

а)



б)

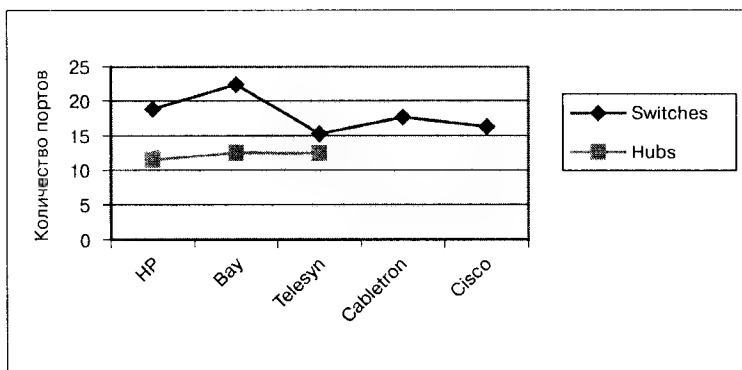


Рис. 4.17. Некоторые статистические закономерности по количеству портов сетевых устройств уровня рабочей группы ЛВС (по данным компании АйТи):

- а) зависимость объема поставок концентраторов ЛВС от количества портов;
 б) среднее количество портов коммутаторов и концентраторов ЛВС на один порт up-link-модуля в устройствах некоторых ведущих производителей сетевого оборудования

4.5.3.3. Выбор конструктивного исполнения магистральных кабелей

Выбор конструктивного исполнения магистральных кабелей определяется, в первую очередь, теми условиями прокладки и эксплуатации, которые могут быть обеспечены магистральными кабельными трассами данного конкретного проекта. Основными факторами, учитываемыми при выборе, являются механические воздействия, климатические влияния окружающей среды, требования норм пожарной безопасности и уровня защиты от несанкционированного доступа к передаваемой информации. На внешней магистрали дополнительно принимается во внимание опасность повреждения кабеля грызунами.

Волоконно-оптические кабели внешней магистрали, предназначенные для непосредственной прокладки в грунт, должны иметь броню из круглой стальной

проводами, а также элементы усиления проволочного или стержневого типа (исполнение не ниже типа 3 по классификации Ростелекома от 1997 года с номинальным допустимым растягивающим усилием 7 кН и более [83]).

В случае непосредственной прокладки кабелей в вечномёрзлотные грунты согласно разделу 3.6.5.2 они должны обязательно иметь броню из круглой стальной проволоки.

При прокладке оптических кабелей в кабельной канализации различного типа, как показывает опыт, достаточно наличия в его конструкции стальной гофрированной ленты, окружающей сердечник. Это покрытие дает вполне удовлетворительную защиту от механических повреждений и в то же время гарантирует нормальную грызуноустойчивость кабеля. Допустимое растягивающее усилие кабелей, рассчитанных для прокладки в канализацию, согласно стандартам TIA/EIA-570-A [84] и TIA/EIA-568-B.1 составляет 2670 Н. Зарубежные производители кабельной продукции обычно достаточно четко придерживаются указанной рекомендации и приводят в технических данных своих изделий значение этого параметра в пределах 2500–3000 Н (см., например, каталог [85]). Кабели внешней прокладки отечественного производства имеют примерно аналогичную типовую величину максимального растягивающего усилия, которая при наличии в конструкции упрочняющих покрытий составляет 2700–3000 Н и более [86]. Так, например, согласно ТУ К04.037-98 завода Сарансккабель оптические кабели с защитным покрытием из стальной гофрированной ленты, конструкция которых допускает их массовое применение в процессе строительства подсистемы внешних магистралей, имеют максимальное статическое растягивающее усилие 3000 Н при допустимом динамическом растягивающем усилии в 3500 Н. При этом прочностные характеристики кабеля не зависят от материала и конструктивного исполнения центрального упрочняющего элемента.

В технических характеристиках кабеля из витых пар производители далеко не всегда приводят информацию о допустимой величине тяжения. Тем не менее для этих изделий можно выполнить достаточно точную оценку величины данного параметра. Для этого привлекаются следующие соображения. Во-первых, согласно стандарту ISO/IEC 11801:2000 минимальное допустимое значение растягивающего усилия кабелей из витых пар составляет 50 Н/мм² суммарного поперечного сечения медных проводников, которое при типовом калибре 24 AWG составляет 0,4 мм² на пару. Во-вторых, в кабелях из витых пар внешней прокладки обычно применяются одинаковые с их оптическими аналогами упрочняющие покрытия, воспринимающие основные механические нагрузки, что дает им равную механическую прочность независимо от типа.

Таким образом, можно утверждать, что кабели, используемые при строительстве подсистемы внешних магистралей СКС, имеют допустимое растягивающее усилие не менее 2500 Н.

На трассах внешних магистралей длиной свыше 300 м настоятельно рекомендуется применять кабели с защитой отдельных элементов передачи сигналов и всего сердечника в целом гидрофобным гелем. Опыт показывает, что наличие

гидрофобного заполнителя обеспечивает длительное сохранение работоспособности как электрических, так и волоконно-оптических кабелей в случае тяжелых повреждений их внешних оболочек и потери герметичности покрытий сердечника [87].

Кабели с гидрофобным заполнением обеспечивают удовлетворительную пожаробезопасность в том случае, если их внешнее покрытие изготавливается из специального негорючего компаунда (признаком подобного исполнения для изделий отечественного производства является добавление индекса «н» или «нг» в буквенную часть марки кабеля). По всем остальным характеристикам такая продукция не отличается от традиционных конструкций.

4.5.3.4. Определение величины расхода кабелей, затрачиваемого на реализацию подсистемы внешних магистралей

Расход кабеля в процессе создания подсистемы внешних магистралей зависит от длины трассы и запасов на неровности местности, выкладки по форме котлованов и колодцев, подвески на опорах для воздушных линий. Дополнительно в обязательном порядке учитывается расход на разделку концов кабелей в процессе проведения измерений оптических и электрических характеристик, установки окончных коммутационных устройств и промежуточных муфт различного назначения.

Величина расхода оптических кабелей и кабелей из витых пар на основании норм РД 45.120-2000, пункт 12.10.1 в линейной части трассы принимается равным ее длине, умноженной на коэффициент увеличения, значения которого приведены в табл. 4.10.

Таблица 4.10. Коэффициент увеличения длины кабелей подсистемы внешних магистралей

Разновидность трассы	Кабели из витых пар	Оптические кабели
В грунте при прокладке механизированным способом	1,02	1,02
В грунте при прокладке ручным способом	1,04	1,04
В кабельной канализации	1,02	1,057
В коллекторе	1,01	1,02
В грунтах, подверженных пучению	1,04	–
На опорах	1,025	1,05

Запас длины оптического кабеля на монтаж муфты и производство контрольных измерений в соответствии с нормами РД 45.120-2000 составляет 30 м для муфт, находящихся в котловане, и 14 м – для муфт, монтируемых в коллекторе. Другие документы дают несколько отличные, хотя и достаточно близкие значения. Так, согласно СНиП 3.05.07-85, пункт 3.140 в местах установки как окончных, так и промежуточных муфт предусматривается запас длиной не менее 2 м.

4.5.4. Определение нагрузок, действующих на кабель в процессе его затягивания в каналы кабельной канализации

4.5.4.1. Разновидности нагрузок

В составе подсистемы внешних магистралей могут организовываться линии связи достаточно большой протяженности, максимальная длина которых в соответствии со стандартами составляет 3 км. В реальных условиях близкие к предельным длины трасс встречаются достаточно редко, однако практика свидетельствует о том, что значения порядка 1–1,5 км могут считаться типовыми. Для подтверждения этого положения на рис. 4.18 представлена статистика длин оптических кабелей подсистемы внешних магистралей АйТи-СКС, полученная на основе выборки из примерно 100 различных проектов, реализованных в период 2001–2002 годов.

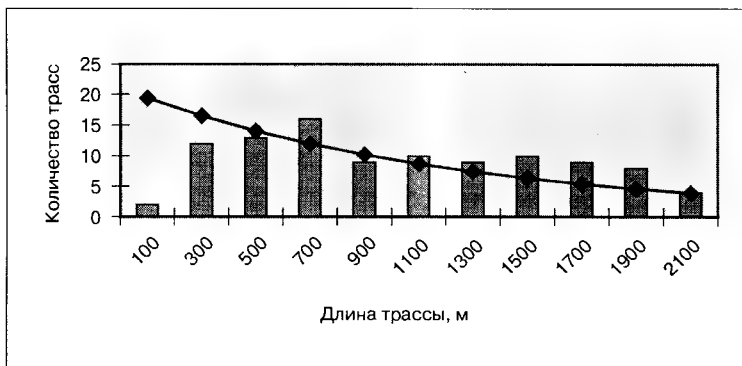


Рис. 4.18. Частотное распределение длин кабельных трасс подсистемы внешних магистралей

В процессе затягивания в каналы канализации любой кабель СКС неизбежно подвергается воздействию различных механических нагрузок, величина которых значительно варьируется в зависимости от характера и состояния трассы и возрастает по мере увеличения ее длины. Это сопровождается возникновением напряжений в конструктивных элементах кабеля, которые могут привести к изменению его передаточных характеристик. Так, в частности, чрезмерное растяжение и сжатие оптического кабеля может привести к увеличению потерь и обрыву волокон. В симметричных кабелях такие воздействия вызывают нарушение структуры отдельных пар и сердечника в целом, что имеет своим следствием возрастание переходных помех и интенсивности обратных отражений. Значительное превышение механическими нагрузками допустимого уровня приводит к повреждению и разрушению отдельных компонентов сердечника и оболочек, а в тяжелых случаях — даже к обрыву кабеля.

Всю совокупность механических воздействий, которые испытывает кабель в процессе прокладки в канале канализации, можно разделить на усилия растяжения и сдвигания.

Основными факторами, определяющими растягивающее усилие, являются:

- такие механические параметры кабеля, как его погонная масса P_0 , коэффициент трения k_t и длина ℓ ;
- состояние трассы кабельной канализации (наличие в канале других кабельных изделий, качество строительства, загрязнения и т.д.);
- характер трассы кабельной канализации (угол α наклона поднимающегося и опускающегося участка трассы, а также угол β поворота в горизонтальной плоскости) – рис. 4.19.

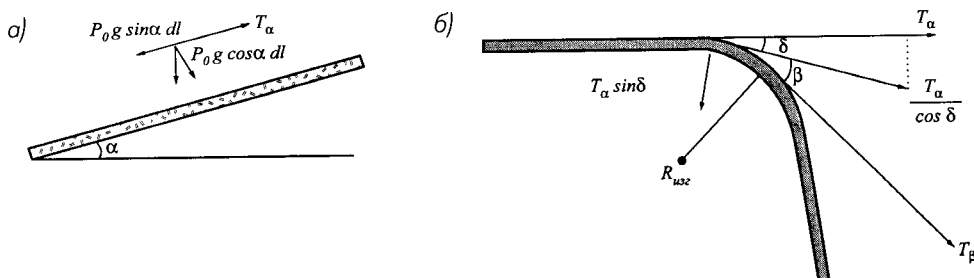


Рис. 4.19. К расчету величины усилия тяжения:
а) на прямалинейном участке трассы с уклоном;
б) на изгибе трассы

При протяжке кабеля по незанятому прямолинейному каналу на него действует сила трения и дополнительное тормозящее или ускоряющее усилие, зависящее от угла наклона трассы в данной конкретной точке. Сопротивление тяжению, которое создает участок кабеля длиной L , на основании эскиза рис. 4.18а можно рассчитать как

$$T_\alpha = \int_0^L P_0 g [k_t(\ell) \cos \alpha(\ell) + \sin \alpha(\ell)] d\ell \quad \text{Н} \quad (4.7)$$

где g – ускорение свободного падения;

$\alpha(\ell)$ – угол отклонения наклона данного участка трассы от горизонтали, причем $\alpha > 0$ соответствует подъему трассы, а $\alpha < 0$ – ее уклону.

Коэффициент трения зависит в первую очередь от материалов, используемых для изготовления внешней оболочки кабеля и внутренней поверхности канала канализации, а также от состояния и засоренности последней. В существенно меньшей степени этот параметр зависит от диаметра кабеля и скорости его протягивания

по каналу. Таким образом, с большой долей достоверности можно принять, что коэффициент трения мало меняется по длине трассы и $k_t(\ell) = k_t$. Значения этого параметра для наиболее популярных при изготовлении кабелей внешней прокладки полиэтиленовых оболочек и свободного не засоренного канала приведены в табл. 4.11.

Таблица 4.11. Зависимость коэффициента трения от материала труб кабельной канализации

Материал трубы	Коэффициент трения
Полиэтилен	0,29
Асбоцемент	0,32
Бетон	0,38
Поливинилхлорид	0,30
Полимер со слоем твердой смазки	0,10

Угол наклона канала постоянно испытывает небольшие флуктуации вокруг среднего значения α . В случае выполнения правил строительства кабельной канализации можно в первом приближении принять, что эти флуктуации равномерно распределены в интервале $[-\epsilon, k\epsilon]$ с плотностью

$$\psi(\epsilon) = \frac{1}{\epsilon(k+1)}.$$

При этом $k > 1$ соответствует трассе с подъемом, а $k < 1$ – трассе с уклоном. Величина наклона находится как среднее значение $\alpha(\ell)$ и равна в данном случае

$$\alpha = \frac{1}{\epsilon(k+1)} \int_{-\epsilon}^{k\epsilon} x dx = \frac{\epsilon}{2}(k-1).$$

На основании правил строительства кабельной канализации, приведенных в разделе 3.6.2, можно утверждать, что при характерных для ее каналов уклонах порядка единиц миллиметров на метр длины ожидаемые среднеквадратичные значения углов $\alpha(\ell)$ на неровных участках будут составлять единицы градусов. При таких ограничениях выражение формулы 4.7 может быть упрощено. Действительно, с учетом того, что отношение

$$\frac{\int_{-\epsilon}^{k\epsilon} \psi(x) T_{\alpha}(x) dx}{T_{\alpha}(\alpha)} = \frac{\sin \frac{\epsilon(k+1)}{2}}{\frac{\epsilon(k+1)}{2}}$$

при характерных для реальных трасс подсистемы внешних магистралей значениях $k \approx 1$ заметно отличается от единицы при углах ϵ только порядка нескольких

десятков градусов, можем констатировать, что локальные флуктуации угла наклона канала пренебрежимо мало влияют на величину усилия тяжения в свободном прямолинейном канале. В свою очередь это означает, что на участке с постоянным наклоном величина тянущего усилия рассчитывается как

$$T_{\alpha} = P_0 g l (k \cos \alpha + \sin \alpha) \quad (4.8)$$

то есть основными факторами, определяющими усилия тяжения, кроме угла α являются погонная масса кабеля и коэффициент трения.

В некоторых случаях возникает необходимость прокладки кабелей в каналах, в которых уже находятся другие кабели. Часто это удешевляет строительство, а иногда является единственной возможностью его осуществления. Наличие других кабельных изделий затрудняет процесс протяжки и вынуждает дополнительно увеличивать усилия, прикладываемые к вновь прокладываемому кабелю даже в случае идеально ровного и строго горизонтального канала. Величина увеличения усилия в достаточно широких пределах варьируется в зависимости от конкретных местных условий. Например, в [88] указывается на то, что в случае трех кабелей наименее удобной для затягивания конфигурацией является их рядное расположение с протягиваемым кабелем посередине (наряду с трением о стенку канала возникает дополнительное трение о соседние кабели). Кроме того, состояние канализации в реальных условиях нередко бывает достаточно далеким от идеального. Влияние на процесс протяжки совокупности перечисленных выше факторов учитывают введением обобщенного интегрального параметра, получившего название коэффициента заклинивания [89] и имеющего физический смысл увеличения тягового усилия в частично занятом, построенном с отступлением от правил и/или засоренном канале по сравнению с идеальным. Проведенные измерения показывают, что эффект заклинивания может увеличивать усилие, прикладываемое к кабелю в процессе его протяжки, в несколько раз, хотя обычные значения этого коэффициента не превышают 2 [90]. Зависимость коэффициента заклинивания от количества других кабелей, проложенных в том же канале, приводится в табл. 4.12.

Таблица 4.12. Значения коэффициента заклинивания k_{zkl} от числа кабелей в канале [91]

Количество кабелей	1	2	3	4
Коэффициент заклинивания	1	1,5–2	2–4	4–9

Результаты расчетов величин усилия тяжения при различных длинах трассы при условии прокладки одного кабеля в идеальном канале приведены на рис. 4.20.

В реальных условиях любая достаточно протяженная трасса, по каналам которой осуществляется протяжка кабеля, не является строго прямолинейной. Отклонения от прямой линии возникают:

- при необходимости обхода каналом подземного препятствия, расположенного между двумя колодцами;
- в угловых и разветвительных колодцах.

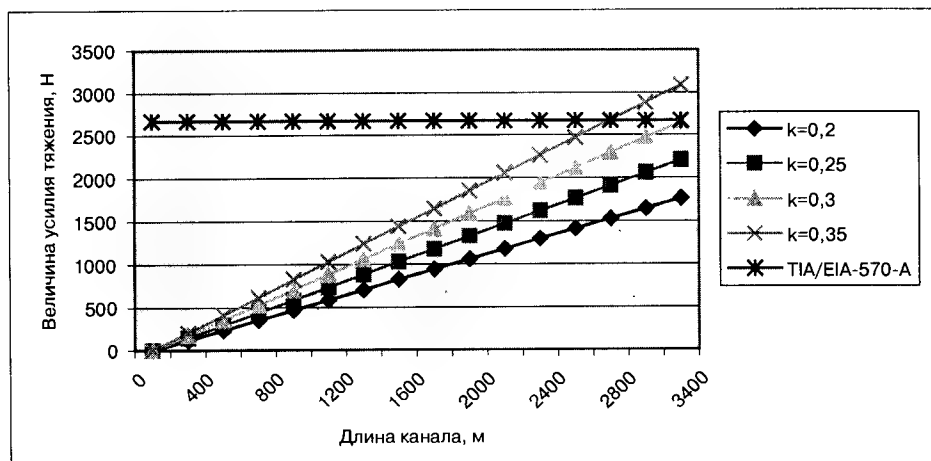


Рис. 4.20. Величина тягового усилия кабеля с погонной массой 300 кг/км при различных длинах канала идеальной канализации

Любые изменения направления канала канализации неизбежно сопровождаются увеличением растягивающего усилия, прикладываемого к кабелю. Первопричиной является отклонение от первоначального направления вектора силы тяжения в точке поворота. Это имеет своим следствием как уменьшение осевой составляющей тянущего усилия, так и возникновение прижимающего воздействия и появление вызываемой им дополнительной силы трения, которая не зависит от погонной массы кабеля. Одна из возможных расчетных моделей прохождения поворота под действием осевого натяжения изображена на рис. 4.19б. На основании этого эскиза величина тягового усилия сразу после единичного изгиба трассы под углом β радиан с постоянным радиусом $R_{из}$ составляет:

$$T_{\beta} = \lim_{\delta \rightarrow 0} T_{\gamma} \left(\frac{1}{\cos \delta} + k_t \sin \delta \right)^{\frac{\beta}{\delta}} = T_{\gamma} e^{\beta k_t} \quad (4.9)$$

где T_{γ} — величина тягового усилия до изгиба.

Из формулы 4.9, в частности, следует, что единичный изгиб трассы под углом 90° при $k_t = 0,3$ увеличивает силу тяжения примерно в 1,6 раза.

Любые изменения направления трассы приводят также к динамическому сжатию кабеля в области поворота. Значение бокового давления на кабель согласно модели рис. 4.19б составляет $P_{\beta} = T_{\beta}/R_{из}$. Для оптических кабелей отечественного производства с однослойной броней из круглой стальной проволоки и упрочняющим покрытием из стальной гофрированной ленты при внешнем диаметре 12–15 мм типовая величина допустимого раздавливающего усилия составляет примерно 500 Н/см (см., например, ТУ 3387-007-13173860-98 завода «Оптен», г. Санкт-Петербург). Фактически при максимальном тянущем усилии $T_{\beta} = 3000$ Н

и радиусе изгиба в 20 внешних диаметров кабеля получаем $P_\beta = 125 \text{ Н/см}$. Таким образом, можно констатировать, что основным средством обеспечения допустимой величины раздавливающего усилия в процессе прокладки является соблюдение норм на радиус изгиба.

Расчет на основе соотношений формул 4.8 и 4.9 положен в основу рекомендаций Международного союза электросвязи [92] по определению величин механических воздействий на кабели при их прокладке в кабельной канализации. Расчет ведется в табличной форме, пример такого расчета приведен в разделе 9.3.4.

4.5.4.2. Расчет ожидаемого усилия тяжения

При строительстве линий связи подсистемы внешних магистралей крупных СКС практический интерес представляет длина трассы, по которой кабель может быть протянут через канал одной строительной длиной без риска его механического повреждения.

Введем следующую расчетную модель трассы прокладки кабеля подсистемы внешних магистралей. Предположим, что:

- трасса прокладки не имеет уклонов и подъемов (на основании соотношения формулы 4.8 их наличие не оказывает существенного влияния на величину тянущего усилия и на первом этапе анализа этим влиянием пренебрегаем);
- повороты трассы происходят исключительно в угловых или разветвительных колодцах (поворот выполняется в точке).

При выполнении этих условий трасса может быть представлена состоящей из $n+1$ прямолинейных участков длиной l_i , каждый из которых (за исключением последнего) заканчивается поворотом на угол β_i . На основании соотношений формул 4.8 и 4.9 общее усилие, прикладываемое к концу кабеля на выходе такой трассы, составит:

$$T_\Sigma = \sum_{j=0}^n P_0 g k_i k_{\Sigma i} l_j \exp\left(\sum_{i=j, i \neq 0}^n \beta_i k_n\right) \quad (4.10)$$

причем

$$\sum_{j=0}^{n-1} l_j \leq L \leq \sum_{j=0}^n l_j,$$

где L – общая длина трассы той части подсистемы внешних магистралей, на которой прокладка кабеля выполняется одной строительной длиной.

В формуле 4.10 нумерация участков ведется от конца трассы к ее началу (имеется в виду направление прокладки). Это позволяет получить единообразие записи. Формула 4.10 включает в себя три случайные величины (l_j , β_i и k_n) и поэтому ее анализ в общем случае затруднен. Для его упрощения воспользуемся данными рис. 4.21, согласно которым в реальных условиях наиболее вероятен поворот на угол, близкий к 90° , то есть в качестве оценки $\beta_i = \text{const} = 77^\circ$. Если угол

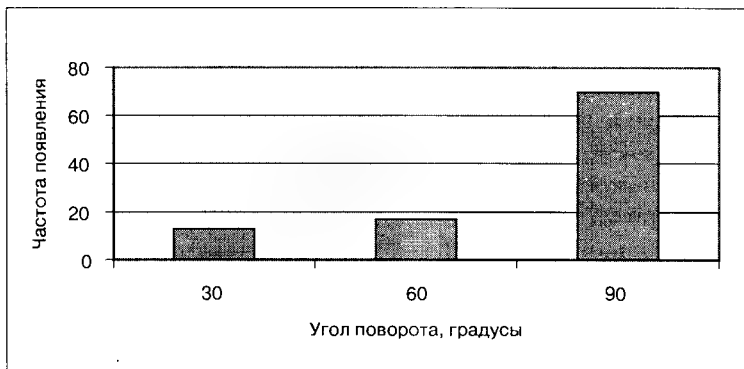


Рис. 4.21. Распределение углов поворота кабельной канализации (по данным АО Мстелефонстрой)

поворота в каждом разветвительном или угловом колодце одинаков, а условия прокладки мало меняются по длине трассы, то есть $k_{ti} \approx \text{const}$, то соотношение в формуле 4.10 несколько упрощается и принимает вид:

$$T_{\Sigma} = P_0 g k_t k_{zkl} [l_n \exp(n \beta k_t) + l_{n-1} \exp(n-1) \beta k_t + \dots] = P_0 g k_t k_{zkl} \sum_{j=0}^n l_j \exp(j \beta k_t) \quad (4.11)$$

На рис. 4.22 показана статистика зависимости длин каналов кабельной канализации между двумя угловыми или разветвительными колодцами. Она показывает, что распределение длины прямолинейной части канала достаточно хорошо описывается показательным законом с параметром $\lambda = 0,4 \text{ км}^{-1}$. Кабельная канализация подсистемы внешних магистралей СКС согласно разделу 3.6.2 строится по правилам, одинаковым с применяемыми на ГТС. Поэтому можно предполагать, что данное положение будет выполняться также и в интересующей нас области.

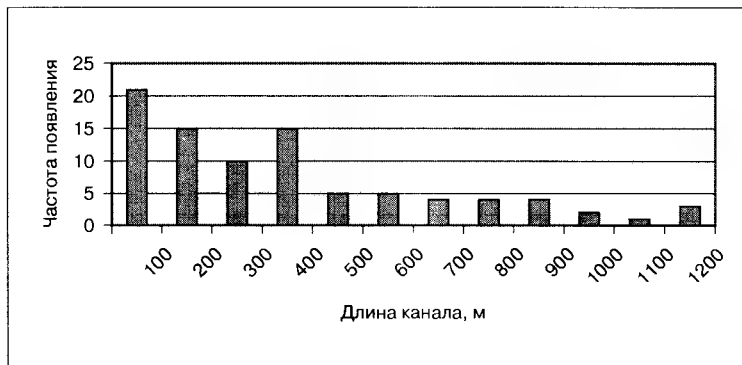


Рис. 4.22. Распределение длин каналов кабельной канализации между двумя точками поворота

Функция плотности суммы членов ряда в квадратных скобках выражения формулы 4.11 при $n > 0$ находится в виде свертки функций плотностей отдельных слагаемых и при показательном законе распределения длин l_j с параметром λ имеет следующую форму:

$$\varphi_n(L) = \lambda \sum_{j=0}^n \frac{C_j^{n-1}}{\prod_{\substack{k=0 \\ k \neq j}}^n (C_j - C_k)} \exp\left(-\frac{\lambda L}{C_j}\right) \quad (4.12)$$

где $C_j = \exp(j\beta k_t)$;

n – количество поворотов.

Математическое ожидание случайной величины с плотностью (4.12) составляет

$$M_n = \frac{1}{\lambda} \sum_{j=0}^n C_j.$$

Если на трассе такой же длины повороты отсутствуют ($C_j = 1$), то $M'_n = \frac{n}{\lambda}$.

$$\text{Величину } L_T = \sum_{j=0}^n l_j \exp(j\beta k_t)$$

можно рассматривать как эффективную или приведенную длину трассы с физической длиной

$$L = \sum_{j=0}^n l_j$$

и n поворотами, которая учитывает наличие поворотов на усилии, прикладываемое к концу прокладываемого кабеля.

Для удобства расчетов ожидаемой величины тяжения введем понятие локального и общего коэффициентов удлинения протяженности трассы. Локальный коэффициент удлинения относится к трассе заранее заданной длины L с фиксированным количеством поворотов и определяется следующим образом:

$$k_{um} = \frac{L_T}{L} = \frac{1}{n} \sum_{j=0}^n C_j.$$

Из физического смысла процесса появления на трассе подсистемы внешних магистралей углового и/или разветвительного колодца немедленно следует, что этот поток событий обладает свойствами стационарности и отсутствия последействия. Кроме того, колодцы на трассе кабельной канализации никогда не располагаются вплотную друг к другу, то есть поток их появления обладает свойством ординарности. Поэтому последовательность появления на трассе точек поворота, которые

согласно введенной модели приходится на угловые и разветвительные колодцы, можно рассматривать как простейший поток событий. В соответствии с этим вероятность наличия на трассе длиной L ровно n точек поворота задается формулой Пуассона

$$P_L(n) = \frac{(\lambda L)^n e^{-\lambda L}}{n!}.$$

В соответствии с этим общий коэффициент удлинения находится следующим образом:

$$k_u(l) = \sum_{n=0}^{\infty} k_{un} P_L(n).$$

Ожидаемое значение усилия, прикладываемого к концу кабеля на выходе трассы длиной L , найдем в результате как

$$T = P_0 g k_t k_{zhl} k_u(L) L. \quad (4.13)$$

Результаты расчетов по формуле 4.13 приведены на рис. 4.23 и свидетельствуют, в частности, о том, что в случае свободной хорошо подготовленной трассы кабельной канализации (k_{zhl} близок к единице) каналы длиной до 1300–1700 м могут быть пройдены одной строительной длиной кабеля без применения специальных мер по минимизации усилия тяжения.

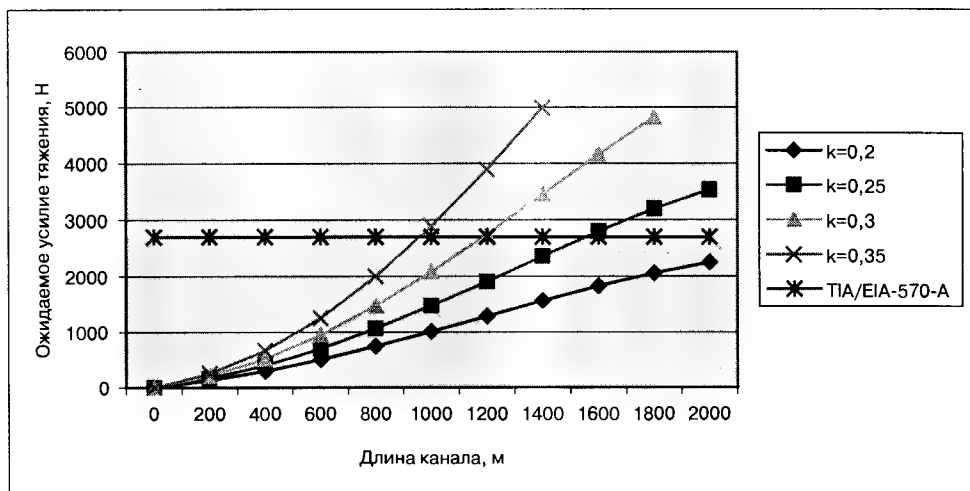


Рис. 4.23. Зависимость ожидаемого усилия тяжения, прикладываемого к концу кабеля с поганной массой 300 кг/км, от длины трассы при среднем расстоянии между точками поворота 800 м при различных коэффициентах трения k и единичном коэффициенте заклинивания

4.5.4.3. Методы уменьшения усилия тяжения

В тех ситуациях, когда в силу местных условий k_{zkl} оказывается существенно больше единицы, величина тягового усилия снижается до допустимого уровня с помощью различных приемов. Полную совокупность используемых для этого способов можно разделить на строительные и технические.

Строительные приемы основаны на минимизации произведения $k_u(L)L$ за счет уменьшения тем или иным способом параметра n в формуле 4.11 и заключаются в следующем:

- разбиение трассы на несколько участков с последовательной прокладкой кабеля через каждый из них и вытягиванием петель в промежуточных точках;
- прокладка кабеля с центральной точки трассы в обе стороны к ее концам (это примерно удваивает длину трассы, которая может быть пройдена одной строительной длиной);
- ручная подтяжка кабеля в промежуточных точках трассы и/или установка в них вспомогательной лебедки (этот прием известен под названием «метод разделения динамической нагрузки»).

В первых двух случаях в качестве пунктов начала прокладки обычно используются угловые или разветвительные колодцы, что дополнительно уменьшает количество точек поворота на единицу и тем самым способствует увеличению общей допустимой длины канала, проходимого одной строительной длиной кабеля.

Еще один строительный прием непосредственно следует из анализа общего вида соотношения формулы 4.11. При $l \approx \text{const}$ выражение в квадратных скобках оказывается достаточно близким к геометрической прогрессии со знаменателем $\exp(\beta k_t) > 1$. В результате величина усилия, прикладываемого к концу кабеля, определяется в основном теми членами ряда, которые описывают процессы, происходящие на первых двух по направлению прокладки участках трассы. При этом при $\beta = 90^\circ$ доля уже первого из этих членов является преобладающей. В результате для минимизации усилия тяжения необходимо стремиться к уменьшению l_n , то есть направление прокладки выбирается таким образом, чтобы первая точка поворота располагалась максимально близко к началу трассы.

В основу технических приемов положено уменьшение коэффициентов трения и заклинивания. Для минимизации коэффициента трения используются:

- установка в угловых и разветвительных колодцах направляющих роликов для уменьшения k_t ; в этом случае вместо трения скольжения приходится преодолевать существенно меньшее трение качения;
- смазка оболочки кабеля нейтральным для ее материала минеральным маслом.

Последний метод крайне ограниченно применяется в процессе строительства, так как достаточно сложен в практической реализации и вызывает загрязнение колодцев и каналов. Кроме того, смазка может резко увеличить усилия, прикладываемые к кабелю, после промежуточной остановки процесса прокладки в момент возобновления движения за счет его прилипания к стенкам канала и к соседним кабелям (увеличение статического значения k_t).

Известен также не получивший широкого распространения на практике способ, основанный на предварительном вдувании в канал микрошариков. При его применении трение скольжения преобразуется в несколько меньшее трение качения в линейной части трассы, что сопровождается уменьшением результирующего тягового усилия.

Уменьшение коэффициента заклинивания достигается за счет:

- прокладки кабеля в свободных и не полностью загруженных каналах канализации;
- предварительного прохода (заготовки) каналов с помощью устройства заготовки каналов УЗК или аналогичного бужа иной конструкции.

На основании данных рис. 4.17 средняя длина кабельной трассы подсистемы внешних магистралей имеет значение примерно 980 м и может быть пройдена одной строительной длиной. В свою очередь это означает, что:

- введение в состав штатного оборудования СКС промежуточных муфт и технологических инструментов для их установки является малоцелесообразным;
- типовой кабель для организации подсистемы внешних магистралей может иметь допустимое растягивающее усилие около 3 кН;
- на длинных трассах прокладку целесообразно выполнять преимущественно в свободных каналах кабельной канализации, а также широко применять строительные и технологические приемы по минимизации усилий протяжки.

4.5.5. Особенности проектирования линейной части подсистемы внешних магистралей

Правила проектирования подсистем внутренних и внешних магистралей в основном совпадают. Поэтому здесь отметим только те основные особенности, которые не указывались ранее и с которыми тем или иным образом приходится встречаться проектировщику в процессе практической деятельности:

- при проектировании внешней магистрали в условиях нашей страны достаточно часто используются кабельные трассы в канализации ГТС и коллекторах различных городских служб. В этом случае возникает проблема получения соответствующих согласований и технических условий на прокладку только тех кабелей, которые входят в перечень разрешенных¹, а также заключения договоров на аренду кабельных каналов. Данное обстоятельство должно быть обязательно учтено при составлении перечня выполняемых проектных работ, а необходимые затраты внесены в бюджет проекта;
- из-за относительно небольшого по сравнению с горизонтальной подсистемой количества трактов передачи, поддержку функционирования которых

¹ Далеко не все кабели СКС имеют сертификат Министерства Российской Федерации по связи и информатизации, «открывающий» им путь в кабельную канализацию ГТС.

4.5.6. Обеспечение надежности магистральных подсистем

Кабельные тракты передачи информации, организуемые на уровне магистральных подсистем СКС, используются в подавляющем большинстве случаев активным сетевым оборудованием ЛВС коллективного пользования. Они также обеспечивают множество отдельных потребителей централизованными информационными ресурсами (УПАТС). В таких условиях выход из строя линейной части тракта передачи, наиболее подверженный опасности повреждения, имеет достаточно тяжелые последствия, так как в большем или меньшем объеме сразу лишает, по крайней мере части информационного сервиса, достаточно большую группу пользователей. На основании этого уже на этапе проведения проектных работ необходимо уделять повышенное внимание обеспечению эксплуатационной надежности магистральных подсистем. Мероприятия, реализуемые в процессе решения этой задачи, обычно носят комплексный характер и делятся на технические и организационные. На практике находят использование достаточно многочисленные разновидности таких мероприятий, основными из которых являются:

- применение кабельной продукции и коммутационного оборудования только ведущих изготовителей, имеющих соответствующие сертификаты и гарантийные обязательства производителя, то есть потенциально и изначально обладающих большим временем наработки на отказ (иначе – меньшей интенсивностью отказов);
- выбор элементной базы, трасс прокладки и технических решений, в максимально полной степени отвечающих данным конкретным условиям строительства и эксплуатации;
- резервирование наиболее критичных с точки зрения отказов компонентов кабельной системы (более подробно этот вопрос рассмотрен в разделе 4.5.7);
- использование средств ограничения доступа посторонних лиц к линейным и коммутационным компонентам кабельной системы, а также к оконечному активному сетевому оборудованию;
- установка панелей коммутационного поля СКС и активного сетевого оборудования даже в технических помещениях в 19-дюймовых шкафах с закрывающимися на замок дверьми;
- применение для прокладки линейных кабелей каналов кабельной канализации, трубной разводки, декоративных коробов и других элементов, обеспечивающих дополнительную защиту от механических повреждений; при непосредственной прокладке кабеля в грунт в качестве одного из решений данной группы используется увеличение глубины заделки относительно нормативных значений, приведенных в разделе 3.6.5;
- регулярное выполнение профилактических измерений параметров магистральных трактов передачи информации для раннего выявления потенциальных отказов.

Быстрота восстановления в полном объеме функционирования информационно-вычислительной сети предприятия при наступлении аварийной ситуации применительно к СКС обеспечивается:

- наличием резервных трактов передачи информации, организуемых уже в процессе строительства и ввода СКС в эксплуатацию;
- обучением персонала, обслуживающего кабельную проводку, правилам, принципам и приемам обнаружения неисправностей и восстановления работоспособности линий связи;
- наличием ЗИП, в состав которого вводятся линейные кабели, коммутационное оборудование и шнуры в объеме, достаточном для восстановления связи при авариях с уровнем тяжести вплоть до средней силами обслуживающего персонала без привлечения внешних организаций;
- включением в состав дополнительного оборудования СКС, передаваемого заказчику после сдачи системы в эксплуатацию, технологических приспособлений и измерительных приборов, позволяющих выполнить необходимую диагностику и ремонт силами сотрудников отдела автоматизации или службы эксплуатации кабельных сетей предприятия;
- заключением договоров с внешними организациями о выполнении ими упомянутых выше профилактических измерений и о гарантированном времени восстановления связи в случае тяжелой аварии.

4.5.7. Резервирование магистральных кабелей

Резервирование магистральных кабелей в частности и кабельных трактов в общем случае применяется с целью увеличения живучести сети. Наличие резервных трактов передачи информации дополнительно увеличивает также гибкость кабельной системы. Резервирование магистральных кабелей предусмотрено на уровне основных нормативно-технических документов СКС. Так, в частности, стандарт ISO/IEC 11801 предусматривает организацию дополнительных резервных связей между техническими помещениями одного уровня.

Реализация принципа резервирования оказывается в общем случае более простой операцией в случае волоконно-оптических кабелей, которые:

- накладывают существенно менее жесткие ограничения на количество промежуточных разъемных и неразъемных соединителей в тракте передачи высокоскоростных сигналов по сравнению с электрическими кабелями на основе витой пары;
- имеют примерно одинаковые массогабаритные показатели вне зависимости от числа световодов в широком диапазоне изменения емкости¹.

Для практической организации резервных связей применяются:

- непосредственное соединение конечных пунктов формируемого тракта дополнительными связями;
- транзитные соединения уже имеющихся цепей передачи сигналов, организованных между промежуточными пунктами формируемого тракта.

¹ Например, согласно ТУ K04.037-98 наиболее популярные на практике кабели внешней прокладки с однослойной броней из стальной гофрированной ленты или круглой оцинкованной стальной проволоки имеют неизменные массогабаритные показатели при количестве волокон до 72.

Первый из указанных способов решения задачи резервирования известен в нескольких вариантах. В простейшем случае, который применим как к оптическим, так и к электрическим решениям, резервирование обеспечивается увеличением емкости кабеля сверх пределов, необходимых для обеспечения нормальной эксплуатации СКС. Более эффективным с точки зрения достигаемого уровня живучести, хотя и требующим больших финансовых затрат, является применение нескольких отдельных кабелей, проложенных по пространственно разнесенным трассам (например, по двум различным стоякам здания). Это гарантирует сохранение связи в случае физического повреждения или даже полного разрушения одной из кабельных трасс. В качестве примера реализации подобного решения на рис. 4.24 изображен часто встречающийся на практике случай подключения к аппаратной А трех кроссовых К1–К3 при отсутствии прямой связи с одной из них.

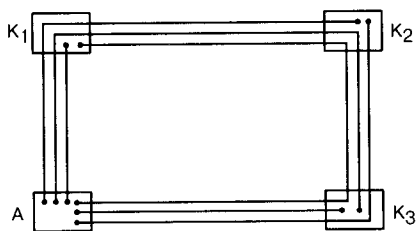


Рис. 4.24. Подключение трех кроссовых к аппаратной с резервированием кабельных трасс

Способ на основе транзитного соединения очевидным образом может быть выполнен обычными коммутационными шнурами (рис. 4.25а). Данный прием является основным при организации электрических трактов. В волоконно-оптической подсистеме дополнительно применяется пользующийся достаточно большой популярностью на практике принцип прямого сращивания отдельных световодов. Эта процедура выполняется сваркой или механическими сплайсами внутри корпуса муфты без оконцевания волокон вилками и вывода розеток на лицевую или

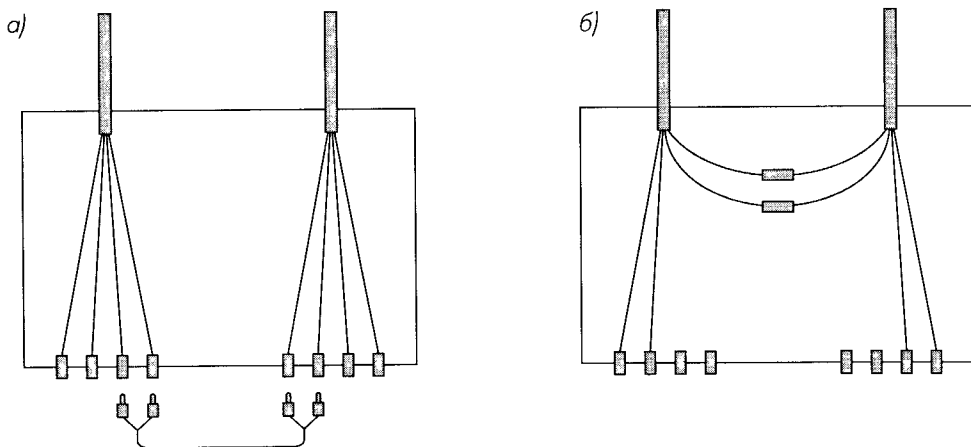


Рис. 4.25. Варианты организации резервных трактов:

а) с коммутацией каналов внешними шнурами;

б) с фиксированной коммутацией внутри корпуса муфты

боковую панель (рис. 4.256). На основании того, что один разъем по действующим стандартам может вносить затухание 0,75 дБ, а одно сращивание сваркой или сплайсом – только 0,3 дБ, сразу же следует вывод о том, что применение неразъемных соединителей является более предпочтительным по вносимым потерям. При этом потенциально улучшение будет составлять $2 \times 0,75 - 0,3 = 1,2$ дБ, по гарантируемым техническим параметрам элементной базы оно будет равно $2 \times 0,4 - 0,1 = 0,7$ дБ, а фактически в подавляющем большинстве случаев этот выигрыш составит $2 \times 0,3 - 0,05 = 0,55$ дБ. Дополнительно метод с использованием сварки обеспечивает несколько меньшую стоимость решения, а также повышенную эксплуатационную надежность за счет отсутствия коммутационного шнура. Последнее свойство немедленно определяет также основной недостаток, который заключается в меньшей функциональной гибкости получаемой структуры и необходимости наличия у компании-интегратора соответствующего достаточно дорогостоящего технологического оборудования для проведения работ по сращиванию волокон.

Кроме рассмотренных выше вариантов резервирования, основанных на использовании однотипных кабелей, в случае проектирования трактов длиной не выше 90 м и предназначенных для поддержки функционирования аппаратуры ЛВС, возможно применение так называемого неоднородного резервирования. Данный прием основан на предоставлении возможности, в случае необходимости, среды передачи другого типа, то есть фактически основные линии оптической связи резервируются линиями из витых пар. Технической основой популярности такого решения является легкость перехода с одного типа среды передачи на другой у подавляющего большинства типов современного оборудования ЛВС. При этом в качестве резервных целесообразно использовать 4-парные кабели категории не ниже 5е. Обоснованием такого выбора является возможность построения на их основе трактов передачи аппаратуры вплоть до Gigabit Ethernet 802.3ab, популярность которой быстрыми темпами начала расти после принятия в 1999 году стандарта этого интерфейса. Один резервный кабель данной разновидности при 100-процентном резервировании оптических трактов приходится на 10 рабочих мест, то есть их количество определяется с расчетом на ожидаемое число концентраторов или коммутаторов ЛВС, которые могут быть оборудованы up-link-модулем с интерфейсами Ethernet в различных вариантах его конструктивного исполнения.

Дополнительно отметим, что резервирование кабельных трактов с использованием трасс прокладки по разным маршрутам настоятельно рекомендуется в тех достаточно часто встречающихся на практике случаях создания СКС у крупного корпоративного заказчика, когда прокладка кабеля выполняется в кабельную канализацию ГТС. Разовые затраты на строительство резервной линии и повышенная (хотя и остающаяся достаточно умеренной) арендная плата быстро окупается при первой же серьезной аварии на трассе основного кабеля, вероятность которой, как показывает опыт, оказывается в наших российских условиях весьма далекой от нуля¹.

¹ В центральном офисе компании Айти за 7 лет эксплуатации при общей протяженности трасс подсистемы внешних магистралей около 5 км было две серьезные аварии с обрывом магистральных оптических кабелей.

Это объясняется как достаточно большой продолжительностью процедуры самого восстановления канализации, так и сложностью организации ремонтных работ из-за необходимости получения многочисленных разрешений, допусков и согласований.

4.5.8. Оценка целесообразности применения разветвительной муфты на трассах внешних волоконно-оптических магистралей

Оптические кабели подсистемы внешних магистралей крупных СКС, кабельная проводка которых смонтирована в нескольких отдельных зданиях, достаточно часто прокладываются по одним и тем же кабельных трассам. В такой ситуации имеет смысл рассмотреть вариант построения линейной части подсистемы внешних магистралей, основанный на прокладке по общему участку трассы кабеля увеличенной емкости и установке в конце общего участка разветвительной муфты. Данный компонент фактически выполняет функции консолидационной точки магистральной подсистемы. В качестве обоснования применения такого решения можно привести следующие аргументы:

- более экономичное использование емкости кабельных трасс, в частности, каналов кабельной канализации, так как оптические кабели в отличие от кабелей из витых пар обладают примерно постоянными массогабаритными показателями в достаточно широком диапазоне изменения количества световодов;
- снижение затрат на проектные и строительные работы, которые в соответствии с практикой, сложившейся по состоянию на середину 2001 года, примерно пропорциональны длине прокладываемых кабелей;
- некоторое уменьшение эксплуатационных расходов за счет снижения арендной платы в случае использования кабельных трасс, арендуемых у внешних организаций.

Технической основой возможности применения муфты является то, что современные изделия этой разновидности обеспечивают прочностные и прочие эксплуатационные параметры, практически не уступающие аналогичным характеристикам кабельных компонентов при минимальном увеличении внешних габаритов. Кроме того, используемые при ее монтаже технологии сращивания (сварка или реже механические сплайсы) позволяют получить дополнительные вносимые потери в тракте передачи оптического сигнала на уровне 0,1 дБ или даже менее, что практически не оказывает влияния на параметры тракта передачи.

Критерием экономической выгоды установки разветвительной муфты при наиболее часто встречающемся на практике коэффициенте ветвления 1:2 является выполнение следующего неравенства:

$$C_1 + C_2 > C + M \quad (4.14)$$

где C_1 , C_2 , C – стоимость реализации участка трассы совместной прокладки на основе N_1 , N_2 и $(N_1 + N_2)$ волоконно-оптического кабеля с учетом его стоимости,

затрат на проектирование трассы и выполнение строительно-монтажных работ;

M – стоимость разветвительной муфты с учетом работ по ее монтажу.

Зависимость стоимости волоконно-оптического кабеля от числа волокон N при $N < 24$, как показывает анализ, может быть с достаточно высокой точностью аппроксимирована показательной функцией вида

$$C = C_0 \exp\{\gamma(N-4)\},$$

где C_0 – стоимость 4-волоконного кабеля.

Значения параметра γ для продукции различных отечественных кабельных заводов представлены в табл. 4.14. При этом обрабатывалась информация об одномодовых (SM) и многомодовых (MM) кабелях с числом волокон не более 24. Во внимание принимались только изделия с упрочняющим покрытием из гофрированной стальной ленты и брони из круглой стальной проволоки, то есть продукция, наиболее популярная в практике реализации подсистемы внешних магистралей. Приведенные в таблице параметры получены в результате расчета по официальным заводским прайс-листам производителей по состоянию на середину 2000 года с использованием метода наименьших квадратов. По результатам расчетов можно констатировать, что величина γ мало зависит как от типа и конструктивного исполнения кабеля, так и от завода-изготовителя. Таким образом, полученные далее результаты являются инвариантными по отношению к типу кабеля, то есть носят общий характер.

Таблица 4.14. Значения параметра γ аппроксимации стоимости оптических кабелей различных отечественных производителей

Фирма-производитель	Тип бронированного покрова			
	Гофрированная стальная лента		Круглая стальная проволока	
	SM	MM	SM	MM
Саранскабель Оптика, Саранск	0,0598	0,126	0,0598	0,127
НФ Электропровод, Москва	0,0571	0,0586	0,0570	0,0583
ВОКК, г. Воронеж	–	–	0,0580	–
Москабельмет-Фуджикура, Москва	0,0618	–	0,0615	–
Эликс-кабель, Москва	0,0619	0,0621	0,0611	0,0622

Стоимость $C_{с.м.р.}$ проектирования и линейных строительно-монтажных работ из-за уже отмеченных выше возможности протяжки кабелей между конечными пунктами трассы одной строительной длиной и постоянства массогабаритных и прочностных характеристик оптической кабельной продукции в широком диапазоне изменения ее емкости мало зависит от количества волокон в кабеле. На основании этого принимаем, что она линейно растет по мере увеличения длины трассы:

$$C_{с.м.р.} = KL,$$

где L – длина трассы;

K – коэффициент пропорциональности, представляющий собой стоимость проектных и строительно-монтажных работ единицы длины трассы. Он зависит от условий прокладки, необходимости и объема изыскательских и строительных работ при достройке кабельной канализации, вида трассы (подземная, воздушная) и других аналогичных факторов.

Стоимость M муфты складывается из стоимости ее корпуса с соответствующими аксессуарами и расходными материалами и стоимости работ по сварке отдельных волокон с их последующим тестированием, а также монтажа муфты и ее установки на рабочее место. Для случаев сращивания в муфте не более 24 волокон, наиболее часто встречающихся в практике построения внешних магистралей СКС, первая составляющая является превалирующей или, по крайней мере, не уступающей по величине затратам на проведение работ по сварке световодов и сборке корпуса муфты. Данный факт позволяет констатировать, что параметр M меняется в зависимости от емкости входящих и исходящих кабелей в достаточно небольших пределах. В силу этого для упрощения расчетов величина M принимается постоянной. На основании сделанных предположений формула 4.14 принимает следующий вид:

$$2KL + L C_0 \exp\{\gamma(N_1 - 4)\} + L C_0 \exp\{\gamma(N_2 - 4)\} \geq L C_0 \exp\{\gamma(N_1 + N_2 - 4)\} + KL + M.$$

На основании данных, приведенных в табл. 4.14, следует, что при $N \leq 24$ имеем в подавляющем большинстве случаев $\gamma N \ll 1$ и поэтому для упрощения дальнейших выкладок можно пользоваться известным разложением в ряд $\exp \alpha = 1 + \alpha + \alpha^2/2 + \dots$. После выполнения элементарных преобразования получаем окончательно:

$$L \geq \frac{M}{C_0(1 - \gamma^2 N_1 N_2) + K}. \quad (4.15)$$

Анализ формулы 4.15 показывает, что при сложившихся к началу 2000-х годов ценовых параметрах оборудования для построения линейного тракта волоконно-оптических линий связи и затратах на выполнение работ (стоимость муфты отечественного производства вместе с ее монтажом принимается равной $M = 400$ долларов, а стоимость работ по прокладке с проектированием оценивается величиной $K = 2500$ долларов/км) для наиболее популярных на практике 8-волоконных кабелей ($N_1 = N_2 = N/2 = 8$) применение разветвительной муфты становится экономически целесообразным уже при длинах участка трассы совместной прокладки несколько более 100 м как для одномодового, так и для многомодового кабелей (см. рис. 4.26). Кроме того, дополнительным доводом в пользу применения разветвительной муфты является уменьшение вдвое стоимости аренды кабельной канализации на части трассы и возможные сложности получения технических условий на прокладку по одному маршруту одновременно двух кабелей.

На практике указанное выше значение при принятии окончательного решения о применении муфты достаточно часто увеличивается в два-три или даже большее число раз. Так, в частности, пособие [94] рекомендует принимать расстояние



Рис. 4.26. Объем поставки волоконно-оптических кабелей в зависимости от их емкости (по данным компании АйТи за 2001 год)

между муфтами (в данном случае – между оконечной и разветвительной) не менее чем 300 м. Причины этого заключаются в следующем:

- применение муфты сопровождается некоторым увеличением затухания в тракте передачи сигнала;
- на коротких отрезках оптического кабеля, длина которых меньше так называемой длины установления регистрируемого рефлектометром сигнала обратного отражения, измерение затухания в сростках не может быть выполнено с требуемой точностью без применения специальных технических средств;
- учитывается определенная сложность заказа коротких отрезков многоволоконного кабеля;
- работы по монтажу муфты отличаются достаточно большой продолжительностью и организационными сложностями, особенно в осенне-зимний период (необходимость установки обогреваемой палатки или наличие специально оснащенного автомобиля-лаборатории);
- технологическое оборудование, делающее выполнение процедуры сращивания волокон в процессе монтажа муфт наиболее эффективным (в первую очередь, сварочный аппарат и оптический рефлектометр), из-за своей относительно высокой стоимости имеется далеко не у всех компаний, занимающихся реализацией СКС, а привлечение для производства этих работ субподрядной организации сопряжено с необходимостью решения определенных проблем финансового и организационного плана.

В случае принятия положительного решения о применении разветвительной муфты осуществляется ее привязка к конкретной точке трассы, которая согласно ГОСТ 21.603-80 [95] в обязательном порядке указывается в проектной документации. При возникновении такой необходимости производится строительство, доработка и/или подготовка инженерных сооружений кабельных трасс под установку муфты. Основные параметры современных муфт некоторых разновидностей, необходимые для выполнения этих операций, приведены в табл. 4.15.

Дополнительно отметим, что согласно нормам РД 45.120-2000, пункт 12.1.12 [96] муфты для соединения отдельных строительных длин должны быть, по возможности, сборно-разборных конструкций и обеспечивать герметичность.

4.6. Административная подсистема

Разработка административной подсистемы является наиболее сложным и продолжительным этапом проектирования СКС. Расположение, конфигурация и тип коммутационного оборудования, используемого для организации коммутационного поля технических помещений различного уровня, напрямую влияет на способ, которым осуществляется администрирование и управление кабельной системой. Тщательность проработки проектных решений по построению административной подсистемы позволяет существенно снизить эксплуатационные расходы за счет упрощения процесса управления СКС, без усложнения ее эксплуатации с течением времени.

Таблица 4.15. Основные параметры некоторых типов муфт для волоконно-оптических кабелей внешней прокладки [93]

Тип муфты	Производитель	Вид муфты	Кол-во вводов	Габориты, мм	Масса, кг	Температура эксплуатации, °С
МТОК-96-01-IV	Связьстройдеталь, Россия	Тупиковая	3	Ø159×519	2,90	–60...+70
МOM3	Лентелефонстрай, Россия	Тупиковая	2	480×240×130	6,0	±50
UCSO4-6	Межгорсвязьстрой + RXS, Россия – Германия	Тупиковая	4	310×136×110	2,0	–60...+50
FOSC-110	Raychem	Тупиковая	5	Ø140×520	3,5	–40...+60
R30201	Reichle & De-Massari, Швейцария	Тупиковая	3	Ø140×300	–	–40...+60
2500 LG/DC	Lucent Technologies, США	Тупиковая	2	Ø180×440	2,3	–50...+60
2178-S	ЗМ, США	Проходная	4	557×215×119	5,0	–50...+60
TRP	AMP, США	Праходная	4	114×223×450	–	–60...+50
FSCO-CB	Fujikura, Япония	Проходная	4	340×145×125	–	–40...+60

Для снижения затрат на администрирование СКС на системном уровне применяются:

- стандартизация сред передачи сигналов и физических интерфейсов кабельной системы;

- построение коммутационного поля в соответствии с определенными правилами и, в частности, его разбиение на определенные функциональные секции с четко определенным назначением (табл. 4.16);

Таблица 4.16. Цветовое обозначение функциональных секций коммутационного оборудования по ТИА/EIA-606

Цвет	Назначение
Зеленый (Green)	Внешние кабели сетевого интерфейса, внешние линии телефонной связи
Фиолетовый (Purple)	Кабели оборудования общего пользования (YATC, сетевых концентраторов, мультиплексоров и т.д.)
Желтый (Yellow)	Кабели УПАТС специального назначения (линии ISDN и т.д.)
Белый (White)	Кабели внутренней магистрали
Голубой (Blue)	Кабели горизонтальной подсистемы (рабочих мест), обслуживаемые непосредственно из телекоммуникационного шкафа или кроссовой
Оранжевый (Orange)	Кабели оборудования систем передачи данных (модемы)
Серый (Grey)	Вспомогательные магистральные линии между техническими помещениями
Коричневый (Brown)	Кабели внешней магистрали
Красный (Red)	Кабели оборудования специального назначения

- предоставление пользователю возможности выполнения только ручной коммутации каналов передачи сигналов без использования специализированного инструмента (паяльника, отвертки, пассатижей, различных съемников и т.д.) и привлечения высококвалифицированных специалистов внешней организации.

В процессе выполнения проектных работ по реализации административной подсистемы решаются следующие задачи:

- производится выбор способа подключения активного сетевого оборудования различного назначения;
- осуществляется распределение панелей и оборудования, образующих коммутационное поле технических помещений, по отдельным функциональным секциям;
- определяется тип коммутационного оборудования;
- выполняется расчет объемов поставки коммутационного оборудования и организаторов;
- обосновывается необходимость применения и рассчитывается объем поставки переходников и адаптеров.

Результаты расчетов по каждому техническому помещению заносятся в табл. 4.17. При ее составлении используются результаты проектирования горизонтальной (табл. 4.3) и магистральной подсистем (табл. 4.13). Полученная таким образом таблица обобщает исходные данные для расчета количества компонентов коммутационного оборудования для каждой из кроссовых и аппаратной проектируемой кабельной системы.

Таблица 4.17. Состав коммутационного оборудования технических помещений

Заказчик: _____								
Объект: _____								
Здание: _____								
№ п/п	Функциональная секция	Кол-во кабелей	Пар/ волокон в кабеле	Всего пар/ волокон	Пар/ волокон в тракте	Тип коммутационного оборудования	Тракт-ов	Кол-во устройств
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кроссовая (аппаратная): _____								

4.6.1. Способы подключения сетевого оборудования к кабельной системе

4.6.1.1. Электрическая подсистема

Активное сетевое оборудование с электрическими портами можно подключить к кабельной системе следующими тремя основными способами (рис. 4.27):

- коммутационным подключением (interconnect);
- коммутационным соединением (cross-connect);
- с использованием схемы связи между кроссами.

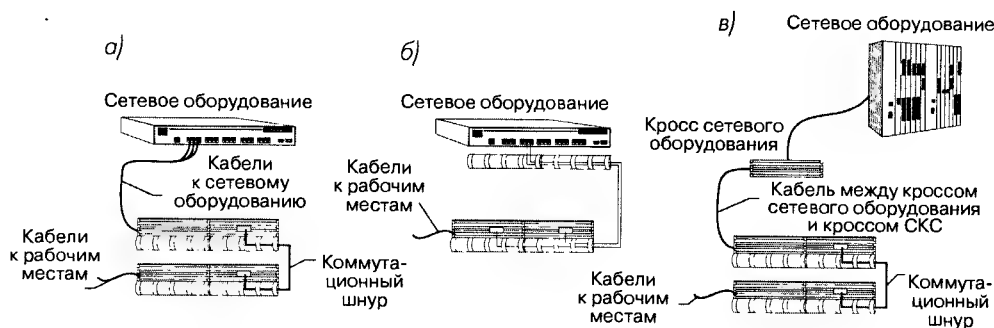


Рис. 4.27. Способы подключения сетевого оборудования к КСК:

- а) коммутационное соединение (cross-connect); б) коммутационное подключение (interconnect);
в) связь между кроссами

При коммутационном подключении активное сетевое и коммутационное оборудование должны располагаться рядом друг с другом. Тракты передачи информации образуются за счет непосредственного соединения шнурами с вилками соответствующих типов розеточных частей разъемов на корпусе сетевого и коммутационного оборудования (см. рис. 4.27б).

Отличительной чертой *коммутационного соединения* (см. рис. 4.27а) является «фиксированное» отображение портов активного оборудования на дополнительную коммутационную панель. Данная операция может быть выполнена несколькими различными способами, однако наиболее часто для этого используются так называемые монтажные шнуры¹.

Поэтому для формирования подключения по схеме коммутационного соединения всегда используются два шнура. Применение коммутационного соединения возможно также в том случае (и даже в некоторых случаях более удобно), если активное оборудование имеет выходной интерфейс на основе разъема Telco, который расположен на задней панели его корпуса. В этой ситуации сетевое оборудование подключается к так называемой патч-панели типа Telco или же разводится с помощью многопарного монтажного шнура на розеточных частях разъемов обычной коммутационной и кроссовой панели.

Подключение активного сетевого оборудования к СКС по схеме коммутационного соединения (cross-connect) требует увеличения количества коммутационных панелей, что согласно данным раздела 5.2.2 примерно на 20% снижает результирующую плотность портов на единицу высоты типового монтажного конструктива. Основные преимущества данного варианта построения коммутационного поля сводятся к следующим положениям:

- снижение практически до нуля вероятности повреждения розетки дорогостоящего электрического порта сетевого оборудования в процессе эксплуатации за счет минимизации количества переключений на ней;
- существенная «разгрузка» лицевых панелей коммутационного поля от шнуров, главным образом за счет некоторого уменьшения их длины и возможности «увода» кабелей монтажных шнуров при значительной их длине на обратную сторону панелей, а как следствие – улучшение эстетических характеристик коммутационного поля и удобство чтения маркировки;
- значительное увеличение удобства подключения к СКС тех разновидностей сетевого оборудования ЛВС, розетки линейных портов которых находятся на задней панели корпуса;
- возможность применения так называемых Telco- и Ethernet-панелей, эффективность которых резко возрастает в случае соответствующего исполнения интерфейсной части активного сетевого оборудования;
- возможность реализации функции интерактивного управления кабельной проводкой в случае применения специальной элементной базы.

Связь между кроссами может рассматриваться как модификация метода коммутационного соединения с целью его адаптации на случай монтажа коммутационного и сетевого оборудования в нескольких шкафах, часто встречающийся на практике. Данный вариант организации коммутационного поля широко применяется в первую очередь при построении СКС с большим количеством портов. Этот метод также позволяет обеспечить независимость от типа разъемов активного сетевого

¹ В СКС некоторых производителей такое отображение может быть выполнено на основе панелей с I-адаптерами и обычных коммутационных шнуров.

оборудования. Подключение по схеме связи между кроссами осуществляется многопарным симметричным кабелем, один конец которого подключается к кроссовой или коммутационной панели кабельной системы, а второй разводится на выходной панели отображения портов активного оборудования. Тракты передачи информации образуются подключением шнура или перемычки к каждому из этих коммутационных устройств (см. рис 4.27в). Из-за появления в цепи передачи сигнала дополнительного разъема образуемый тракт не может гарантированно обеспечить заданное качество передачи информационных потоков высокоскоростных приложений. На основании этого рассматриваемый метод применим только в отношении низкоскоростного сетевого оборудования, которое является не столь критичным к наличию в тракте передачи сигнала дополнительных разъемов и сростков. На практике схема на основе связи между кроссами в подавляющем большинстве случаев применяется для подключения УПАТС, которая, как правило, комплектуется предприятием-изготовителем собственной коммутационной панелью. В тех ситуациях, когда собственный кросс сетевого оборудования формально объявляется его неотъемлемой частью¹, данная конфигурация становится соответствующей требованиям стандартов и реализует метод коммутационного соединения.

4.6.1.2. Оптическая подсистема

В области волоконно-оптической подсистемы СКС подключение активного сетевого оборудования осуществляется практически исключительно по схеме коммутационного соединения (interconnect). Более того, в номенклатуре стандартного оборудования основной массы производителей СКС отсутствуют технические средства, позволяющие реализовать схему коммутационного подключения. Пожалуй, единственным исключением является случай применения систем интерактивного управления.

4.6.2. Принципы и способы подключения сетевого оборудования к СКС в технических помещениях различного уровня

4.6.2.1. Основные правила

При выборе способа подключения сетевого оборудования рекомендуется соблюдать следующие основные правила:

- для построения СКС или ее части, обслуживающей не более 50 рабочих мест, а также при выдвижении заказчиком жестких требований по дешевизне решения в системах большого масштаба используется схема коммутационного подключения (interconnect). Данный вариант построения коммутационного

¹ Данный прием не является чем-то искусственным. Так, например, подавляющее большинство УПАТС поставляются производителем в комплекте с кроссовым оборудованием, на которое выводятся его порты.

поля имеет также определенные преимущества при длинах горизонтальных кабелей, близких к предельно допустимым стандартами. В этом случае за счет меньшего количества разъемов появляется возможность несколько увеличить максимальную суммарную длину шнуров без потери помехоустойчивости;

- коммутационное соединение (cross-connect) предпочтительно в больших системах из соображений обеспечения удобства эксплуатации, в первую очередь в тех ситуациях, когда плотность портов активного сетевого оборудования ЛВС составляет меньше чем 24 на 1 U высоты; однако оно несколько снижает запасы по помехоустойчивости за счет наличия дополнительных точек коммутации;
- для остальных приложений, которые не столь требовательны к ширине полосы пропускания тракта передачи сигналов, следует использовать связь между кроссами;
- в тех ситуациях, когда заранее известно, что в информационно-вычислительной системе предприятия уже на первом этапе будет применяться активное сетевое оборудование с интерфейсом на основе Telco-разъема высокой плотности, более предпочтительным является использование схемы коммутационного соединения (cross-connect);
- в случае принятия решения об использовании в СКС системы интерактивного управления кабельной проводкой (PatchView и ее вариантов фирмы RiT Technologies, iPatch фирмы Avaya Communication, LANSense фирмы ITT Cannon, Real Time Patching фирмы Molex, PanView фирмы Panduit и аналогичных им) в обязательном порядке применяется схема коммутационного соединения (cross-connect).

4.6.2.2. Кроссовая этажа

В помещении кроссовой этажа или ином функционально аналогичном ей объекте (см. раздел 3.3.5) устанавливается активное сетевое оборудование, которое, как правило, обслуживает только ограниченную группу пользователей (обычные и коммутирующие концентраторы рабочих групп, выносные блоки телефонных станций и т.д.).

Согласно действующим стандартам в технических помещениях этого уровня возможно применение всех трех способов подключения сетевого оборудования к СКС, описанных в разделе 4.6.1. Выбор одного из возможных решений или их комбинации зависит от достаточно большого количества факторов (числа подключаемых к кабельной системе рабочих мест, способа размещения оборудования, заданного заказчиком уровня удобства обслуживания кабельной системы и т.д.) и осуществляется с учетом правил раздела 4.6.2.1.

Максимальная длина шнура или их совокупности, с помощью которых осуществляется коммутация в КЭ, зависит как от выбранного способа подключения, так и от длины шнура на рабочем месте (подробнее – см. разделы 1.2.2 и 1.3.1).

4.6.2.3. Кроссовые верхнего уровня

В кроссовой верхнего уровня (КВМ и КЗ) к СКС подключается центральное сетевое оборудование (центральный коммутатор, УПАТС, контроллеры системы сигнализации и другие аналогичные устройства) коллективного пользования.

В КВМ в той части коммутационного поля, которая обслуживает магистральные кабели, согласно всем действующим и известным перспективным нормативно-техническим документам СКС используется только метод коммутационного подключения (interconnect). Данное обстоятельство связано с тем, что в технических помещениях для размещения данной разновидности коммутационного оборудования проблема достижения высоких плотностей портов коммутационного поля практически не возникает. Это обусловлено сравнительно небольшим количеством портов активного оборудования, которое используется для формирования верхнего уровня информационно-вычислительной инфраструктуры предприятия.

Рост масштабов и сложности сетей и соответственно возрастание объемов сетевого оборудования приведет, вероятно, уже в ближайшей в перспективе к увеличению популярности использования схемы коммутационного соединения (cross-connect) на уровне КЗ, что также допускается стандартами. Однако по состоянию на середину 2001 года такой принцип организации кроссового поля встречается в практической реализации СКС в нашей стране только в исключительных случаях.

Длина электрических шнуров из витых пар, применяемых в процессе подключения сетевого оборудования, согласно стандартам при любых обстоятельствах не должна быть более 30 метров. В случае реализации магистральных подсистем на волоконно-оптической элементной базе действующие нормативно-технические документы дают проектировщику несколько большую свободу действий. Они допускают использовать шнуры длиной свыше 30 м, однако длина магистрального кабеля при этом должна быть уменьшена на величину превышения длиной шнура предельного нормативного значения¹.

4.6.3. Выбор типа коммутационного оборудования и распределение его панелей по функциональным секциям

Линейные кабели любой подсистемы и кабели внешних служб, а также монтажные шнуры различных видов сетевого оборудования заводятся на непрерывное множество розеточных частей разъемов коммутационного оборудования, которые в обязательном порядке дополнительно группируются по различным функциональным секциям с четко определенным назначением.

¹ Данный факт объясняется тем, что погонное затухание кабеля волоконно-оптического коммутационного шнура равно аналогичному параметру линейного кабеля, а погонное затухание кабеля электрического шнура согласно стандартам превышает этот показатель на 20–50% из-за конструктивных особенностей проводников гибких витых пар.

Формирование трактов передачи сигналов и осуществление процедур управления ими в каждой точке администрирования кабельной системы осуществляется организацией соединений розеточных частей разъемов, которыми оконцованы кабели различных подсистем, или элементов, функционально их заменяющих, коммутационными шнурами или перемычками.

Функциональные возможности, области применения, основные достоинства и недостатки наиболее популярных в практике реализации СКС типов коммутационного оборудования, предназначенного для установки в технических помещениях, подробно рассмотрены в монографии [97]. В следующем разделе приведем лишь общие положения по выбору типа этого оборудования, которые носят рекомендательный характер.

4.6.3.1. Подсистемы на базе кабелей из витых пар

При реализации структурированной кабельной проводки в нашей стране используются панели модульных разъемов и панели типа 110 (в нескольких вариантах их исполнения). В СКС некоторых, в первую очередь европейских, производителей для решения определенного класса задач не исключено применение панелей типа 66 и панелей на основе так называемых телефонных плинтов.

Панели типа 66 и панели с телефонными плинтами из-за характерных конструктивных особенностей данного типа коммутационного оборудования используются главным образом для организации локальной разводки, например в виде вводного кросса УПАТС, и поэтому в дальнейшем не рассматриваются.

Коммутационные панели с розетками модульных разъемов являются на сегодняшний день основным, а в СКС некоторых производителей даже вообще единственным типом коммутационного оборудования. Их преимущества в наибольшей степени проявляются в той части кабельной системы, которая ориентирована в основном на обеспечение работы активных устройств ЛВС. Рассматриваемое оборудование отличается высокими эстетическими характеристиками, простотой и легкостью использования, позволяет очень эффективно использовать пространство монтажного конструктива любого вида за счет обеспечения высокой плотности портов. В тоже время коммутационные панели в определенных пределах повышают стоимость магистральных подсистем СКС. Это обусловлено тем, что вне зависимости от вида приложений без использования неудобных в эксплуатации внешних адаптеров они позволяют формировать магистральные тракты емкостью только в четыре пары, которые, как известно, не играют в магистральных подсистемах заметной роли. Иногда предлагаемое на практике решение, основанное на подключении к конкретным контактам модульного разъема панели только одной или двух пар, является малоэффективным, в первую очередь из-за сложностей монтажа, малой плотности портов и высокой стоимости. Несколько лучшим является применение так называемых телефонных панелей с плотностью 48–50 розеточных частей 6-позиционных модульных разъемов на 1 U высоты [98]. Тем не менее общий недостаток указанных решений состоит в том, что они фактически

привязывают кабельную систему к конкретному приложению и сводят на нет все преимущества универсальности СКС. При необходимости обеспечения максимально полного использования отдельных пар горизонтальных и магистральных кабелей для передачи различных сигналов в случае построения коммутационного поля на панелях с модульными разъемами следует применять соответствующие адаптеры и другие, функционально аналогичные им, элементы.

Наиболее серьезным преимуществом кроссовых панелей типа 110 и их менее распространенных в нашей стране функциональных аналогов является легкость администрирования отдельно взятой парой. Поэтому такие панели удобно использовать в тех ситуациях, когда заранее известно, что кабельная проводка обеспечивает поддержку функционирования большого количества устройств «мало-парных» приложений. По состоянию на середину 2001 года основным таким приложением может считаться УПАТС. Поэтому панели типа 110 наиболее целесообразно применять для построения линий магистральных подсистем в той их части, которая обслуживает работу телефонной станции. Использование кроссовых панелей типа 110 в той части коммутационного поля, на которую заводятся кабели горизонтальной подсистемы, вполне допустимо и даже является основным для СКС некоторых типов, однако, представляется нецелесообразным. Основными доводами в пользу именно такого подхода являются следующие соображения:

- в магистральной подсистеме в полной мере проявляются технические и эксплуатационные преимущества оборудования типа 110, обусловленные главным образом легкостью администрирования отдельной взятой парой;
- применение в горизонтальной и магистральной секциях коммутационного поля оборудования различного типа обеспечивает их очень эффективную визуальную идентификацию;
- панели типа 110 не позволяют строить экранированные СКС;
- панели типа 110 и аналогичные им являются малоперспективными в части достижения характеристик категории 6. Так, по состоянию на середину 2000 года оборудование данной разновидности с характеристиками, отвечающими проекту стандарта категории 6, серийно выпускалось только тремя производителями СКС [99];
- минимизированные до предела габариты штатного организатора панелей типа 110, рассчитанные в первую очередь на работу с тонкими телефонными шнурами, заметно затрудняют эксплуатацию этого вида оборудования при большом количестве обслуживаемых рабочих мест (см. раздел 4.6.6.3);
- из-за относительно небольшого объема оборудования магистральной подсистемы принципиальный недостаток панелей типа 110 классической конструкции в виде плохих эстетических характеристик не приводит к существенному ухудшению внешнего вида коммутационного поля в целом.

С учетом изложенных выше положений, в процессе выбора типа коммутационного оборудования в случае отсутствия конкретных фирменных правил производителя СКС рекомендуется руководствоваться следующими принципами:

- горизонтальные кабели целесообразно разводить преимущественно на коммутационных панелях с розетками модульных разъемов;
- магистральные многопарные симметричные кабели, используемые для передачи телефонных сигналов и прочих низкоскоростных приложений, следует подключать на панели типа 110;
- резервные и основные линии симметричных магистральных кабелей, которые предназначены для обслуживания высокоскоростных приложений ЛВС, необходимо разводить на панелях с розетками модульных разъемов;
- из-за сложностей получения характеристик категории 5е и выше на многопарных кабелях для передачи сигналов высокоскоростных приложений целесообразно использовать оптические кабели. Резервные электрические тракты для поддержки функционирования этих приложений организуются на 4-парных кабелях, которые заводятся на электрические панели с розетками модульных разъемов. Предпочтительным является использование панелей с типом, отличным от применяемого в секции горизонтальных кабелей.

Соблюдение указанных принципов обеспечивает системному интегратору и пользователю СКС следующие преимущества:

- обеспечивает хорошие эстетические показатели коммутационного поля в целом за счет минимизации количества панелей типа 110 в технических помещениях кроссовых и аппаратных; дополнительно это значительно снижает опасность ошибочных действий администратора при выполнении операций коммутации;
- позволяет получить дополнительное эффективное визуальное кодирование различных функциональных секций;
- дает возможность строить централизованные архитектуры для части пользователей ЛВС за счет их подключения к оборудованию технических помещений более высокого уровня по резервным трактам категории 5е и выше;
- облегчает тестирование кабельных линий и трактов в случае их построения на элементной базе категории 5е и выше.

Выбранный тип коммутационного оборудования для каждого технического помещения заносится в графу 6 табл. 4.17.

4.6.3.2. Подсистемы на базе волоконно-оптических кабелей

Выбор типа волоконно-оптического коммутационного оборудования зависит, в первую очередь, от принятой схемы размещения тех сетевых устройств, которые оборудованы оптическими портами. Если подобное оборудование монтируется в 19-дюймовом конструктиве, то наиболее целесообразно устанавливать оптические полки. В сетях небольшой емкости, а также при реализации на волоконно-оптической элементной базе только внешней подсистемы с небольшим количеством кабелей малой емкости иногда бывает целесообразным применение настенных муфт.

При выборе типа оптического разъема необходимо руководствоваться положениями стандарта ISO/IEC 11801, согласно которому основным типом оптического соединителя считается разъем типа SC. При модернизации ранее построенных кабельных систем, в которых применялся разъем ST, допускается использовать его дальше. При проектировании СКС с развитой волоконно-оптической подсистемой целесообразно рассмотреть возможность применения разъемов высокой плотности (так называемых SFF-разъемов). Данная разновидность оптических соединителей допускается для использования на практике последней редакцией американского стандарта TIA/EIA-568-B.1, причем без конкретизации его типа. По имеющимся в распоряжении автора сведениям аналогичная норма будет введена в новую редакцию стандарта ISO/IEC 11801.

По состоянию на середину 2002 года в практике реализации СКС находят широкое использование оптические кабели с волокнами трех основных типов: 62,5/125, 50/125 и 9/125. При подключении шнуров с волокном, геометрические параметры которого не соответствуют параметрам волокна оптического кабеля, в точке их соединения появляются значительные потери оптического сигнала. Для предотвращения ошибочного подключения производители выпускают разъемы, корпуса вилки и розетки которых изготавливаются из пластмассы различных цветов. Для дополнительного увеличения удобства эксплуатации и минимизации рисков неправильного подключения шнуров различного назначения рекомендуется по возможности дополнить цветовую кодировку также механической блокировкой. В связи с тем, что подавляющее большинство оптических разъемов не имеет штатных конструктивных средств механической блокировки (пожалуй, единственным исключением, получившим достаточно широкое распространение, является E-2000 и его клоны), наиболее просто данное положение реализуется на практике за счет использования для оконцевания волокон с различным диаметром световедущей сердцевины разных типов оптических разъемов.

Выбранный тип коммутационного оборудования для каждого технического помещения заносится в графу 6 табл. 4.17.

Состав поставляемого оборудования, необходимого для реализации волоконно-оптической части административной подсистемы, достаточно сильно зависит как от конструктивного исполнения коммутационно-разделочных устройств, так и от используемой технологии монтажа оптических разъемов. В табл. 4.18 в качестве примера приведен ориентировочный перечень монтажных компонентов и технологического оборудования, необходимых при сборке оптических полок с использованием некоторых популярных на сегодняшний день технологий установки вилок оптических разъемов.

4.6.3.3. Некоторые особенности организации коммутационного поля

Коммутационное поле оборудования технических помещений вне зависимости от вида его реализации целесообразно строить таким образом, чтобы розеточные части разъемов панелей любой функциональной секции независимо от типа

Таблица 4.18. Расходные материалы, монтажные компоненты и технологическое оборудование, применяемые при установке оптических коммутационно-разделочных устройств

Технология	Ноклейка	Механические коннекторы	Механические сплайсы	Сварка
Расходные материалы	Вилки оптических разъемов Клеевые составы Шкурки для полировки	Вилки механических коннекторов	Монтажные шнуры Сплайсы	Монтажные шнуры Гильзы КДЗС
Элементы организации	—	—	Карпус сплайс-пластины Крышка карпуса Держатели сплайсов	Карпус сплайс-пластины Крышка корпуса Держатели гильз КДЗС
Технологическое оборудование	Комплект инструмента для работы с волокном Печка (в случае эпоксидных клеев) Оптический тестер	Комплект инструмента для работы с волокном Скальпель Оптический тестер	Комплект инструмента для работы с волокном Скальпель Оптический тестер	Комплект инструмента для работы с волокном Скальпель Сварочный аппарат Оптический тестер

используемого коммутационного оборудования образовывали непрерывное множество. Это означает, что применительно к горизонтальной подсистеме розеточные модули любой ИР на рабочем месте с двумя или более портами должны всегда отображаться на панели любого типа на расположенные рядом друг с другом по горизонтали или вертикали розетки или элементы, их замещающие. Соблюдение этого принципа полезно с точки зрения практической реализации СКС, так как позволяет применить для прокладки сдвоенные (сиамские) кабели или выполнить за один цикл прокладку сразу двух одиночных кабелей. Отказ от соблюдения правила непрерывности даже в пределах одного технического помещения, по меньшей мере, несколько затрудняет эксплуатацию и фактически (в большей или меньшей степени) привязывает кабельную систему к определенному типу приложений, что сопровождается нарушением принципа универсальности, положенного в основу СКС. В частности, в этой ситуации могут возникнуть серьезные проблемы с подключением на рабочих местах дополнительных высокоскоростных устройств по схеме рис. 4.4.

Отступление от принципа непрерывности в пределах одного технического помещения допустимо только для горизонтальной подсистемы при большом количестве портов, характерном для систем с централизованным администрированием. В этом случае возможно разбиение всей совокупности панелей на два подмножества, каждое из которых располагается в отдельном шкафу и обслуживает, например, левую и правую половину этажа с сохранением принципа непрерывности в пределах каждого подмножества.

Выбор типа оборудования, предназначенного для построения коммутационного поля и реализованного на основе розеток модульных разъемов, должен осуществляться с учетом того правила, что во всей кабельной системе должна применяться одинаковая схема разводки проводников (568-А или 568-В). При прочих равных условиях более предпочтительной является схема 568-В, которая получила более широкое распространение в нашей стране.

При проектировании коммутационного поля не рекомендуется применять одну конструктивную единицу коммутационного оборудования (крассовый блок типа 110 или коммутационную панель с розетками модульных разъемов) для подключения кабелей разных функциональных секций. Это затрудняет идентификацию секций при эксплуатации, а также существенно ограничивает возможности их расширения. Нарушение данного положения допустимо только в небольших сетях и только в том случае, если все кабели, входящие в техническое помещение или монтажный конструктив, могут быть подключены к единственной конструктивной единице коммутационного оборудования.

Для установления соединения между панелями типа 110 и панелями с модульными разъемами в случае передачи телефонных сигналов и сигналов других низкоскоростных приложений используются двух- и однопарные комбинированные шнуры с вилками различных типов на разных концах кабеля. В случае подключения на рабочих местах нескольких пользователей к одному розеточному модулю ИР в технических помещениях применяются соответствующие адаптеры в шнуровом и корпусном исполнении.

Некоторые производители СКС и оборудования СКС (например, Molex) выделяют в каталогах в отдельные позиции с уникальными идентификационными номерами основания панелей типа 110 и соединительные блоки¹. Последние, как известно, выпускаются в 2-, 3-, 4- и 5-парном вариантах. В этой ситуации заказ конкретного типа соединительного блока может осуществляться с учетом типа кабелей, заводимых на линейки 110, а также обслуживаемых приложений (на уровне магистральных подсистем). Так, например, 5-парные блоки наилучшим образом подходят для оконцевания 25-парных кабелей и других аналогичных изделий, в основу структуры сердечника которых положена 5-парная группировка проводников. В то же самое время 2-парные блоки в определенных пределах облегчают администрирование СКС при большом количестве цифровых телефонных аппаратов, использующих 2-парную схему передачи сигналов.

4.6.4. Определение емкости трактов передачи информации и расчет количества устройств коммутационного оборудования

Емкость тракта передачи информации, формируемого с помощью коммутационного оборудования функциональной секции, зависит от ее назначения. В общем

¹ В среде специалистов по кабельным системам достаточно часто употребляется наименование этого компонента как «клипса».

случае полную совокупность панелей, установленных в произвольном техническом помещении и образующих коммутационное поле кабельной системы, можно разбить на три части, которые предназначены для:

- подключения горизонтальных кабелей;
- отображения портов сетевого оборудования в случае невозможности или нецелесообразности его непосредственного подключения по схеме interconnect;
- обслуживания кабелей магистральных подсистем различного уровня.

Для горизонтальной подсистемы емкость тракта передачи равна количеству пар или волокон кабеля, обслуживающих один модуль информационной розетки, то есть всегда составляет четыре пары для симметричного кабеля и два волокна в случае реализации проектов fibre to the desk.

Для секций, обеспечивающих работу конкретных видов активного оборудования за счет применения схемы отображения его портов на коммутационное поле СКС (в случае реализации такого отображения с использованием симметричных кабелей), емкость тракта передачи равна количеству пар, которые используются для передачи и приема информации одним портом данного конкретного устройства. Таким образом, она зависит от типа сетевого оборудования, для обслуживания которого предназначена разрабатываемая СКС, например:

- для аналоговых модулей учрежденческих автоматических телефонных станций, подключение которых к сети осуществляется с помощью кабеля с разъемом типа Telco, емкость тракта обычно равна одной паре;
- для электронных и квазиэлектронных офисных телефонных станций малой емкости первого поколения, порты которых часто реализуются с помощью розеток 6-контактных модульных разъемов, емкость тракта передачи составляет три пары;
- в случае применения современных электронных УПАТС с учетом возможности подключения к ним оконечных терминалов ISDN целесообразно предусматривать возможность использования 2-парных трактов передачи;
- для повторителей, преобразователей среды и коммутаторов ЛВС Ethernet и Fast Ethernet, линейная часть физического уровня интерфейса которых реализована на основе розетки 8-позиционного модульного разъема, емкость тракта передачи может быть равна двум или четырем парам (рекомендуется считать ее равной четырем парам);
- для повторителей и коммутаторов ЛВС Ethernet, имеющих выходные порты на основе разъема типа Telco, емкость тракта передачи составляет две пары.

При отсутствии априорной информации об используемом сетевом оборудовании оценка емкости канала выполняется из расчета наиболее неблагоприятного с точки зрения требуемого количества пар случая, то есть всегда принимается равной четырем парам.

Для кабелей из витых пар, используемых для организации магистральных подсистем, если только они не распределены по приложениям, емкость тракта в общем случае без привлечения дополнительной информации определить достаточно

сложно. В данной ситуации следует рассматривать этот элемент СКС как средство организации множества трактов передачи емкостью в одну пару. В тех случаях, когда заранее известны типы приложений, для обслуживания которых формируются магистральные подсистемы, определение емкости тракта и расчеты для каждой части магистральных подсистем выполняются отдельно. В частности, магистральные тракты на базе симметричных кабелей для передачи сигналов ЛВС строятся на основе четырех пар (см. раздел 4.5.3.2), тогда как расчетное значение емкости трактов для поддержки функционирования УПАТС составляет две пары на один интерфейс.

Емкости каналов передачи всех указанных выше разновидностей оборудования с оптическими портами на основании положений, приведенных в разделе 4.5.1.1, принимаются равными двум волокнам на интерфейс вне зависимости от обслуживаемых приборов.

Найденные в соответствии с приведенными выше соображениями величины емкостей обслуживаемых трактов и их количество для каждой из функциональной секции заносятся в графы 7 и 8 табл. 4.17 расчета состава оборудования технического помещения.

Полученные данные позволяют рассчитать объем поставки коммутационного оборудования конкретного типа, которое устанавливается в данном техническом помещении. С учетом введенного в разделе 4.6.3.3 правила о запрете применения одной конструктивной единицы коммутационных панелей для подключения кабелей различных функциональных секций, число панелей находится делением общего числа организуемых трактов (графа 8 табл. 4.17) на номинальное количество трактов, поддерживаемых данным типом оборудования (табл. 4.19). Результат округляется до ближайшего целого сверху и заносится в графу 9 табл. 4.17.

Таблица 4.19. Количество трактов передачи информации, организуемых с помощью коммутационного оборудования различных типов

Тип оборудования	Емкость тракта передачи, пар		
	1	2	4
Панель 24-портовая с модульными разъемами	24	24	24
Панель 48-портовая с модульными разъемами	48	48	48
Панель 100-парная типа 110	96/100 *	48	24
Панель 200-парная типа 110	192/200 *	96	48
Кроссовая башня 300-парная типа 110	288/300 *	144	72
Кроссовая башня 400-парная типа 110	384/400 *	192	96
Кроссовая башня 500-парная типа 110	480/500 *	240	120
Кроссовая башня 900-парная типа 110	864/900 *	432	216

* В числителе – при использовании 4-парных и мнгоэлементных кабелей, в знаменателе – мнгопарных.

4.6.5. Переходники и адаптеры

Если кабельная система создается для работы с активным оборудованием специального назначения с нестандартным для СКС интерфейсом, необходимо предусмотреть в кроссовых и аппаратных соответствующие переходники и адаптеры,

осуществляющие согласования интерфейсов сетевых устройств и портов кабельной системы. При этом из-за значительной плотности портов коммутационного поля и при возможности выбора вместо навесного конструктивного исполнения этих элементов более предпочтительным является применение шнуровых или панельных вариантов данных изделий.

Расчет объемов поставки данной разновидности оборудования СКС осуществляется индивидуально с учетом особенностей конкретного проекта.

4.6.6. Правила применения организаторов

Из-за особенностей применяемой элементной базы и необходимости обеспечения длительного срока службы СКС использование организаторов кабелей коммутационных шнуров в системах категории 5 и выше является обязательным. В качестве отдельного элемента кабельный организатор устанавливается между функциональными секциями коммутационного поля в обязательном порядке, а внутри функциональной секции большого объема его установка осуществляется в соответствии с фирменными нормами и рекомендациями производителя конкретной СКС (при их наличии).

4.6.6.1. Панели и активное сетевое оборудование с модульными разъемами

В общем случае при отсутствии отдельных фирменных требований и применения элементной базы специальной конструкции рекомендуется устанавливать горизонтальный организатор на панелях с модульными разъемами традиционной конструкции (то есть с плотностью монтажа не выше 24 розеточных модулей на 1 U высоты) под каждым двумя панелями или через 48 портов. При соблюдении этого правила кабель любого коммутационного шнура в процессе подключения к устройству заводится в организатор, не пересекая другую коммутационную панель или другой ряд розеток, то есть принципиально не мешает выполнению процедур переключения и практически не закрывает маркировку отдельных портов¹.

Принцип установки организатора исходя из указанного выше правила может быть распространен также на оборудование другого типа с розетками модульных разъемов на передней панели вне зависимости от достигаемой при этом плотности портов. Дополнительным преимуществом использования данного принципа применительно к активному сетевому оборудованию является то, что за счет установки организаторов между отдельными устройствами образуются зазоры, способствующие лучшему теплоотводу и надежному поддержанию заданных тепловых режимов. Обобщая все изложенное выше, правило применения горизонтальных организаторов может быть сформулировано следующим образом: активное и пассивное оборудование одинакового функционального назначения с однорядным

¹ На практике иногда встречается установка организатора после любой панели или единицы сетевого оборудования с обычной плотностью портов (то есть не выше 24 на 1 U высоты). Однако такое решение на треть снижает результирующую плотность портов той функциональной секции коммутационного поля, где оно применяется, и, по данным автора, на момент написания данной монографии какого-либо широкого распространения не получило.

размещением розеток модульных разъемов на передней панели независимо от их типа (панели СКС, концентраторы и коммутаторы уровня рабочей группы ЛВС и т.д.), устанавливаемое в монтажном или ином аналогичном конструктиве, группируется по вертикали парами, которые отделяются друг от друга горизонтальными организаторами (табл. 4.20).

Таблица 4.20. Количество организаторов в различных функциональных секциях коммутационного поля КЭ (случай 2-портовых ИР)

Секция или оборудование	Тип оборудования	Количества организаторов	Примечание
Секция горизонтальных кабелей	Панели с модульными разъемами	$\frac{N}{24}$	—
Активное оборудование ЛВС уровня рабочей группы	Коммутаторы и концентраторы ЛВС	$\frac{N}{10} + \frac{N}{18}$	В зависимости от типа оборудования
Отображение портов сетевого оборудования ЛВС	Панели с модульными разъемами	$\frac{N}{48}$	Схема cross-connect
Магистраль категории 3	200-парные панели типа 110	$\frac{N}{96}$	При отсутствии штатного организатора
	100-парные панели типа 110	$\frac{N}{48}$	При отсутствии штатного организатора
Оптическая магистраль	Оптическая полка 1 U 24-портовая	$\frac{N}{10}$	При отсутствии штатного организатора

Примечание. N – количества обслуживаемых рабочих мест.

В тех ситуациях, когда устройство имеет двухрядное расположение розеток, группировка их парами по вертикали для достижения максимальной плотности портов рекомендуется только в случае отсутствия маркировки и элементов индикации непосредственно возле розеток. При нарушении этого условия организатор устанавливается между отдельными устройствами.

В соответствии с введенным выше правилом монтажа горизонтальных организаторов получаем, что при применении стандартных панелей плотность портов реализованных на их основе функциональных секций коммутационного поля СКС составляет 48 портов на 3 U высоты. В составе штатного оборудования некоторых СКС (фирмы KRONE, Avaya и Molex) имеются панели с увеличенным количеством портов (48 на 1 U высоты), реализованных на основе стандартных 8-позиционных модульных разъемов. В случае их применения плотность портов возрастает примерно в 1,5 раза и достигает 48 на 2 U высоты. Массовое внедрение такой техники в широкую практику реализации структурированной кабельной проводки, несмотря на указанные технические преимущества, сдерживается некоторым неудобством монтажа, что определяется в первую очередь большим количеством кабелей, подключаемых к розеточным частям разъемов панели.

Отметим также, что некоторые компании выпускают панели с модульными разъемами, которые в обязательном порядке требуют установки под ней горизонтального организатора, то есть организатор фактически является штатным элементом такой панели.

4.6.6.2. Кроссовые панели типа 110

Основная масса производителей оборудования СКС выпускает кроссовые панели типа 110 в классическом варианте их конструктивного исполнения в вариантах на 100 и 200 пар. При этом подавляющее большинство известных на рынке изделий этой разновидности комплектуется штатным организатором, который устанавливается на монтажном основании ниже сборки линеек типа 110. В тех ситуациях, когда организатор отсутствует в комплекте поставки панели, он предусматривается в спецификации в количестве, равном числу устанавливаемых панелей.

4.6.6.3. Кроссовые башни типа 110

Конструкция кроссовой башни предусматривает наличие штатного горизонтального организатора, который монтируется под каждым 100-парным блоком. Кроме того, для обслуживания оборудования этого типа предусматриваются вертикальные организаторы, которые устанавливаются между колоннами кроссовых башен. Целесообразно размещать кабельные организаторы между колоннами, в которых находятся кроссовые блоки разных функциональных секций. В функциональных секциях большого объема, характерных для систем с централизованным администрированием, на основании данных раздела 5.5.3 вертикальные организаторы устанавливаются через каждые три колонны в случае использования для организации трактов передачи коммутационных шнуров и 4–6 башен в случае применения для выполнения этой операции перемычек. Высота кабельных организаторов выбирается равной высоте кроссовых башен, установка организаторов и оснований башен выполняется на одном уровне.

4.6.6.4. Оптические полки

Согласно данным, приведенным в разделе 4.5.3, при построении волоконно-оптической части магистральных подсистем можно руководствоваться принципом выделения одной пары волокон на 10–18 рабочих мест. В разделе 5.2.3.1 показано, что в одном напольном монтажном конструктиве, устанавливаемом в техническом помещении нижнего уровня, монтируется коммутационное и сетевое оборудование, обслуживающее не более 120–135 рабочих мест. В случае использования дуплексных розеток SC и разъемов из группы SFF в оптической полке может быть установлено от 16 до 24 таких разъемов. Таким образом, для обслуживания указанного количества рабочих мест оказывается достаточно одной полки, и с учетом организатора коммутационное оборудование оптической подсистемы занимает в одном монтажном конструктиве 2 U высоты.

4.7. Определение типов и количеств шнуров для применения в технических помещениях

4.7.1. Разновидности шнуровых изделий

Основным назначением шнуровых изделий, рассматриваемых в данном разделе, является подключение к СКС активного сетевого оборудования коллективного пользования (коммутаторов и повторителей ЛВС и т.д.), а также формирование трактов передачи информации, проходящих транзитом через данное техническое помещение. В соответствии с этим шнуры, применяемые в технических помещениях, могут быть классифицированы на три основные группы, перечисленные в табл. 4.21.

Таблица 4.21. Шнуровые изделия в технических помещениях

Наименование		Область применения	Описание
Кроссовый шнур		КЭ, КЗ	Шнур, используемый для формирования тракта передачи информации, проходящей транзитом через данное техническое помещение
Кабели оборудования	Коммутационный шнур	КЭ	Шнур, используемый для соединения разъемов панели горизонтальной подсистемы с панелью отображения портов сетевого оборудования, устанавливаемого в данном техническом помещении. Применяется только при организации кроссового поля по схеме коммутационного соединения (cross-connect)
	Оконечный шнур	КЭ, КЗ, КВМ и аппаратная	Обычный или монтажный шнур, предназначенный для подключения абонентских и up-link-портов сетевого оборудования к коммутационному полю

Шнуры и функционально аналогичные им изделия, применяемые в технических помещениях, аналогично шнурам подсистемы рабочего места не входят в область действия стандарта ISO/IEC 11801. Это обусловлено тем, что на конструкцию элементной базы этих подсистем сильное влияние оказывает исполнение аппаратуры конкретного приложения. Поэтому проектирование на данном этапе осуществляется с учетом рекомендаций фирм-производителей активного оборудования и стандартов на используемые приложения. Тем не менее стандарты СКС содержат ряд достаточно жестких ограничений относительно длины и пропускной способности этих элементов. Основные из этих ограничений заключаются в следующем:

- категория шнура для получения заданных параметров пропускной способности создаваемого тракта должна, по меньшей мере, не уступать категории компонентов постоянной линии;
- общая длина кабелей оконечных и коммутационных шнуров (кроссировочного провода) горизонтальной подсистемы не должна превышать 9 м в случае

схемы коммутационного соединения (cross-connect) и 10 м при использовании схемы коммутационного подключения (interconnect) и при любом варианте реализации горизонтальной подсистемы на волоконно-оптической элементной базе (решения класса fibre to the desk).

На данном этапе проектирования осуществляется:

1. Определение типа и категории шнуровых изделий.
2. Расчет объема поставки этих элементов для каждого технического помещения проектируемой СКС.

4.7.2. Определение типа и категории шнуров

Шнуровые изделия, рассматриваемые в данном разделе, предназначены для коммутации каналов передачи информации и включаются между розеточными частями разъемов коммутационного и активного сетевого оборудования, которое находится в определенном техническом помещении.

Для каждого технического помещения расчет начинается с определения пар функциональных секций коммутационного поля, между розетками которых будет осуществляться соединение. Для каждой пары секций задаются:

- типы вилок коммутационного шнура, которыми производится подключение к коммутационному оборудованию;
- количество и тип коммутационных шнуров.

Выбор типа и категории шнуров, применяемых в технических помещениях, основывается на рекомендациях фирмы-производителя активных сетевых устройств и стандартах на используемое приложение. Для обеспечения максимальной продолжительности эксплуатации кабельной системы без ее модернизации, расширения функциональных возможностей СКС, а также из соображений получения удобства эксплуатации за счет единообразия применяемой элементной базы целесообразно использовать для построения трактов горизонтальной и магистральных подсистем шнуры на основе симметричных витых пар только категорий 5е и 6.

Несмотря на широкое использование в технике ЛВС на основе стандарта Ethernet в его наиболее популярных на практике разновидностях 10Base-T и 100Base-TX 2-парных схем обмена информацией, из соображений обеспечения универсальности кабельной системы рекомендуется для поддержки функционирования оборудования локальной вычислительной сети ВСЕГДА применять 4-парные коммутационные шнуры. Для низко-скоростных приложений более оптимальным является применение одно- и 2-парных шнуров.

4.7.3. Определение объема поставки шнуров определенных длин для применения в технических помещениях

Общее количество шнуровых изделий, необходимых для реализации СКС или определенной ее части, зависит от следующих факторов:

- количества розеточных модулей ИР на рабочих местах, которые обслуживаются коммутационным оборудованием, установленным в данном техническом помещении;
- выбранной схемы организации кроссового поля (cross-connect, interconnect, связь между кроссами или их комбинации);
- используемой заказчиком стратегии построения и эксплуатации кабельной системы.

Последнее положение более подробно рассмотрено в разделе 4.3.3.

При построении структурированной кабельной проводки настоятельно рекомендуется использовать шнуры, изготовленные в заводских условиях с потенциально более высокими эксплуатационной надежностью и электрическими характеристиками.

Для обеспечения нормальной эксплуатации административной подсистемы рекомендуется вводить в состав СКС коммутационные, кроссовые и оконечные шнуры с разными длинами. Так как изготовленные в заводских условиях коммутационные шнуры поставляются с длинами, представляющими собой ряд дискретных значений с определенным шагом, то должна быть решена задача подбора нескольких поставляемых длин от минимальной до максимально необходимой (графы 5 и 6 табл. 4.22).

Таблица 4.22. Коммутационные, кроссовые и оконечные шнуры

Заказчик: _____								
Объект: _____								
Здание: _____								
№ п/п	Связываемые функциональные секции		Кол-ва каналов	Тип вилки		Коммутационные шнуры		
	Секция 1	Секция 2		Конец 1	Конец 2	Тип	Длина	Кол-во
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Техническое помещение:								

Любой производитель СКС предлагает в составе своей кабельной системы несколько типов шнуров различной длины η_j . При этом американские производители тяготеют к футовым значениям этих длин, тогда как европейские производители чаще работают с дециметровым дискретом данного параметра. Общее количество шнуров длины η_j k -й разновидности, необходимых для эксплуатации административной подсистемы в техническом помещении, в данном случае определим как

$$\eta_{jk} = k_a N \int_{x_{j-1}}^{x_j} \varphi_k(x) dx$$

(4.16)

где $\varphi_k(x)$ – плотность вероятности длины шнуров k -го типа;

$$x = \frac{l - Ml}{\sigma} \text{ – стандартизованная случайная величина;}$$

где Ml – математическое ожидание длины кабеля шнура;

$$x_j = \frac{\eta_j - Ml}{\sigma};$$

N – общее количество обслуживаемых рабочих мест;

k_a – коэффициент, зависящий от выбранной стратегии эксплуатации кабельной системы. Так, при расчете по количеству рабочих мест в соответствии с разделом 4.7.2. имеем $k_a = 1$, а при расчете по емкости активного сетевого оборудования ЛВС $k_a = N_a / N$, где N_a – суммарная емкость активного сетевого оборудования ЛВС.

Основными факторами, оказывающими влияние на вид функции плотности вероятности $\varphi_k(x)$, являются количество рабочих мест, число монтажных конструктивов и схема монтажа оборудования в них. Определение этой функции выполняется в разделе 4.7.4.

Результаты расчетов для различных схем размещения оборудования в монтажных конструктивах и принципов организации коммутационного поля приведены в табл. 4.23–4.26. Для увеличения наглядности полученных результатов в теле таблицы приведены также графики, демонстрирующие зависимость доли шнуров конкретной длины от числа обслуживаемых рабочих мест.

Полученные результаты позволяют констатировать следующее:

- основным видом шнуров для наиболее часто встречающихся в проектах случаях обслуживания одним техническим помещением порядка 100 рабочих мест и организации коммутационного поля по схеме interconnect являются шнуры длиной 1,5 м для подключения оборудования ЛВС и 1 м – для подключения к магистрали категории 3;
- коммутация в настенных монтажных конструктивах может выполняться однотипными шнурами длиной 90–100 см;
- применение шнуров длиной более 2 м в типовых технических помещениях нижнего уровня при «шкафном» варианте монтажа оборудования и количестве обслуживаемых рабочих мест не выше 200–220 является нецелесообразным;
- основная схема размещения оборудования в двух монтажных конструктивах по сравнению с альтернативной позволяет использовать шнуры в среднем на 10–15% меньшей длины, то есть является более удобной в процессе администрирования и обеспечивает определенную экономию в стоимости решения.

Таблица 4.23. Относительная частота использования шнуров различной длины в зависимости от схемы размещения оборудования (схема interconnect, дециметровый дискрет длин)

N	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264	
Размещение оборудования в одном конструктиве												
Шнуры для подключения оборудования ЛВС												
1 м	0,98	0,83	0,55	0,33	0,21	0,14	–	–	–	–	–	
1,5 м	0,02	0,17	0,44	0,58	0,56	0,45	–	–	–	–	–	
2,0 м	0,00	0,00	0,01	0,08	0,22	0,35	–	–	–	–	–	
Шнуры для подключения к магистрали категории 3												
1 м	1,00	0,97	0,86	0,69	0,52	0,39	–	–	–	–	–	
1,5 м	0,00	0,03	0,14	0,31	0,46	0,54	–	–	–	–	–	
2,0 м	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07	–	–	–	–	–	
Размещение оборудования в двух конструктивах по основной схеме												
Шнуры для подключения оборудования ЛВС												
1 м	–	0,74	0,61	0,48	0,37	0,29	0,23	0,18	0,15	0,12	0,10	
1,5 м	–	0,26	0,39	0,50	0,57	0,59	0,58	0,54	0,49	0,43	0,37	
2,0 м	–	0,00	0,01	0,02	0,06	0,12	0,19	0,26	0,33	0,37	0,40	
3,0 м	–	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,08	0,12	
Шнуры для подключения к магистрали категории 3												
1 м	–	0,84	0,77	0,69	0,60	0,51	0,44	0,37	0,31	0,27	0,23	
1,5 м	–	0,16	0,23	0,31	0,40	0,48	0,54	0,58	0,60	0,60	0,59	
2,0 м	–	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,05	0,08	0,13	0,17	
Размещение оборудования в двух конструктивах по альтернативной схеме												
Шнуры для подключения оборудования ЛВС												
1 м	–	0,36	0,28	0,21	0,15	0,11	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	
1,5 м	–	0,62	0,69	0,73	0,74	0,74	0,71	0,66	0,59	0,53	0,45	
2,0 м	–	0,02	0,04	0,06	0,10	0,15	0,21	0,28	0,36	0,43	0,50	
Шнуры для подключения к магистрали категории 3												
1 м	–	0,97	0,86	0,69	0,52	0,39	0,30	0,24	0,19	0,16	0,11	
1,5 м	–	0,03	0,14	0,31	0,46	0,54	0,54	0,50	0,44	0,38	0,35	
2,0 м	–	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07	0,15	0,24	0,31	0,34	0,38	
3,0 м	–	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,06	0,11	0,15	
Размещение оборудования в одном конструктиве	Шнуры для подключения оборудования ЛВС						Шнуры для подключения к магистрали категории 3					

Таблица 4.23. Относительная частота использования шнуров различной длины в зависимости от схемы размещения оборудования (схема interconnect, дециметровый дискрет длин). Окончание

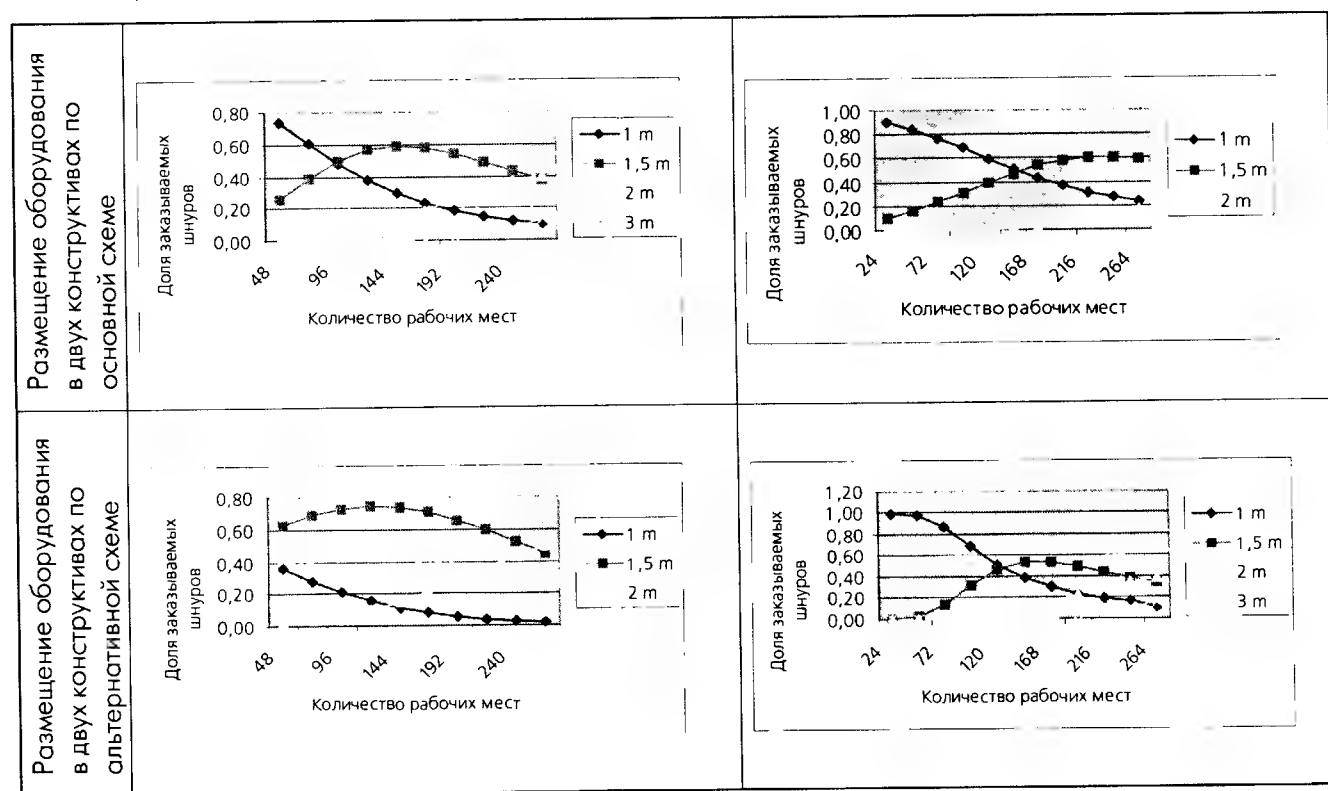


Таблица 4.24. Относительная частота использования шнуров различной длины в зависимости от схемы размещения оборудования (схема interconnect, футовый дискрет длин)

N	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264
Размещение оборудования в одном конструктиве											
Шнуры для подключения оборудования ЛВС											
0,9 м	0,93	0,66	0,38	0,21	0,13	0,09	—	—	—	—	—
1,2 м	0,07	0,32	0,47	0,40	0,29	0,20	—	—	—	—	—
1,5 м	0,00	0,02	0,15	0,30	0,34	0,30	—	—	—	—	—
1,8 м	0,00	0,00	0,01	0,08	0,19	0,26	—	—	—	—	—
2,1 м	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,12	—	—	—	—	—
Шнуры для подключения к магистрали категории 3											
0,9 м	0,99	0,90	0,70	0,50	0,36	0,26	—	—	—	—	—
1,2 м	0,01	0,10	0,29	0,42	0,44	0,40	—	—	—	—	—
1,5 м	0,00	0,00	0,01	0,07	0,18	0,27	—	—	—	—	—
1,8 м	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07	—	—	—	—	—
Размещение оборудования в двух конструктивах по основной схеме											
Шнуры для подключения оборудования ЛВС											
0,9 м	—	0,57	0,43	0,32	0,24	0,18	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07
1,2 м	—	0,38	0,44	0,46	0,43	0,37	0,32	0,26	0,22	0,18	0,15
1,5 м	—	0,05	0,12	0,20	0,27	0,33	0,35	0,34	0,32	0,29	0,26
1,8 м	—	0,00	0,01	0,02	0,05	0,10	0,16	0,21	0,25	0,27	0,27
2,1 м	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,06	0,10	0,14	0,17
2,4 м	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,06

Таблица 4.24. Окончание

N	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264
Шнуры для подключения к магистрали категории 3											
0,9 м	—	0,68	0,59	0,50	0,41	0,34	0,28	0,23	0,20	0,17	0,14
1,2 м	—	0,30	0,37	0,43	0,47	0,48	0,47	0,44	0,41	0,37	0,33
1,5 м	—	0,02	0,04	0,07	0,11	0,17	0,22	0,27	0,31	0,34	0,35
1,8 м	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,05	0,08	0,11	0,15
Размещение оборудования в двух конструктивах по альтернативной схеме											
Шнуры для подключения оборудования ЛВС											
0,9 м	—	0,20	0,14	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
1,2 м	—	0,53	0,50	0,45	0,39	0,33	0,27	0,21	0,17	0,13	0,10
1,5 м	—	0,25	0,32	0,39	0,44	0,47	0,49	0,48	0,45	0,42	0,37
1,8 м	—	0,02	0,04	0,06	0,10	0,14	0,20	0,25	0,31	0,36	0,40
2,1 м	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,08	0,12
Шнуры для подключения к магистрали категории 3											
0,9 м	—	0,90	0,70	0,50	0,36	0,26	0,20	0,16	0,13	0,11	0,08
1,2 м	—	0,10	0,29	0,42	0,44	0,40	0,33	0,27	0,22	0,18	0,15
1,5 м	—	0,00	0,01	0,07	0,18	0,27	0,31	0,31	0,29	0,25	0,24
1,8 м	—	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07	0,13	0,19	0,22	0,24	0,25
2,1 м	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,06	0,10	0,14	0,18
2,4 м	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,06	0,08
Шнуры для подключения оборудования ЛВС						Шнуры для подключения к магистрали категории 3					
Размещение оборудования в одном конструктиве											
Размещение оборудования в двух конструктивах по основной схеме											
Размещение оборудования в двух конструктивах по альтернативной схеме											

Таблица 4.25. Относительная частота использования шнуров различной длины в зависимости от схемы размещения оборудования (схема cross-connect, дециметровый дискрет длин)

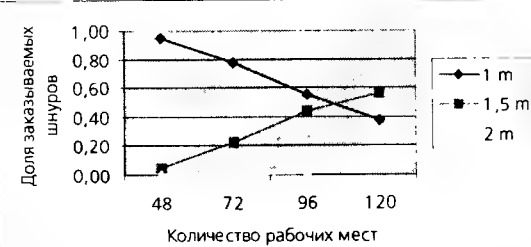
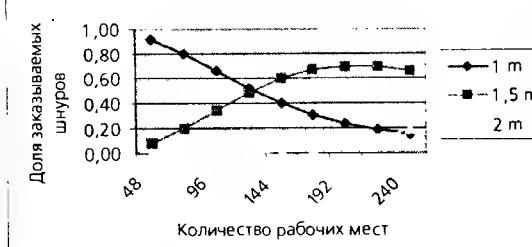
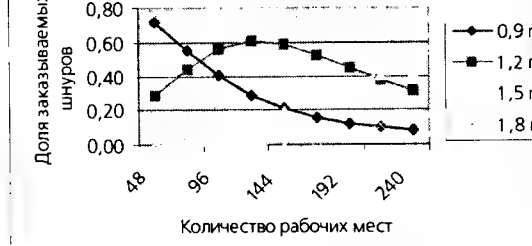
N	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264
Размещение оборудования в одном конструктиве											
1 м	–	0,95	0,77	0,55	0,38	–	–	–	–	–	–
1,5 м	–	0,05	0,23	0,44	0,57	–	–	–	–	–	–
2,0 м	–	0,00	0,00	0,01	0,06	–	–	–	–	–	–
Размещение оборудования в двух конструктивах по основной схеме											
1 м	–	0,91	0,80	0,66	0,52	0,40	0,31	0,24	0,19	0,15	–
1,5 м	–	0,09	0,20	0,34	0,48	0,60	0,67	0,70	0,69	0,66	–
2,0 м	–	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,06	0,12	0,19	–
Размещение оборудования в одном конструктиве						Размещение оборудования в двух конструктивах					
											

Таблица 4.26. Относительная частота использования шнуров различной длины в зависимости от схемы размещения оборудования (схема cross-connect, футовый дискрет длин)

N	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264
Размещение оборудования в одном конструктиве											
0,9 м	–	0,84	0,58	0,37	0,25	–	–	–	–	–	–
1,2 м	–	0,16	0,39	0,47	0,43	–	–	–	–	–	–
1,5 м	–	0,00	0,03	0,14	0,27	–	–	–	–	–	–
1,8 м	–	0,00	0,00	0,01	0,05	–	–	–	–	–	–
Размещение оборудования в двух конструктивах по основной схеме											
0,9 м	–	0,72	0,55	0,40	0,29	0,21	0,16	0,12	0,10	0,08	–
1,2 м	–	0,28	0,44	0,56	0,61	0,59	0,53	0,45	0,38	0,32	–
1,5 м	–	0,00	0,01	0,04	0,11	0,20	0,29	0,36	0,40	0,41	–
1,8 м	–	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,06	0,11	0,17	–
2,1 м	–	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	–
Размещение оборудования в одном конструктиве						Размещение оборудования в двух конструктивах					
											

4.7.4. Оценка функции $\varphi_k(x)$ плотности длины кабеля шнуров

При дальнейших расчетах считаем, что любой шнур прокладывается с обязательным использованием горизонтальных и вертикальных организаторов по маршруту, оптимальному с точки зрения получения минимальной длины его кабеля и без образования замкнутых петель. Последнее требование является вполне естественным, так как петли затрудняют администрирование кабельной системы и могут привести к заметному ухудшению телекоммуникационных характеристик тракта передачи информации, в том числе за счет необоснованного увеличения длины канала.

Согласно положениям раздела 4.6.3 соединение шнурами осуществляется между панелями и оборудованием различных функциональных секций коммутационного поля, причем розеточные части разъемов оборудования различных функциональных секций разносятся по разным панелям. На основании этого кабель любого шнура, используемый в процессе подключения к СКС сетевого оборудования, в обязательном порядке имеет горизонтальный и вертикальный участки, то есть в качестве оценки полной длины кабеля шнура используется выражение

$$L = 1,1(Ver + Hor) \quad (4.17)$$

где Ver , Hor – «геометрические» длины его вертикальной и горизонтальной частей соответственно, полученные исходя из топологии размещения отдельных видов оборудования в монтажном конструктиве.

Эмпирический коэффициент 1,1 учитывает необходимость некоторого увеличения длины кабеля шнура при работе на реальном коммутационном поле, которая вызывается неровностями его укладки и необходимостью формирования не-большой дуги при подключении вилок к розеткам разъемов.

4.7.4.1. Термины и определения

В дальнейшем будем пользоваться следующей терминологией.

Если кабель шнура после подключения его к розеточному модулю и ввода в организатор конца, принимаемого за исходный, поворачивает влево, то это будет обозначать, что кабель прокладывается по левому маршруту или «идет влево». В противном случае речь будет идти о правом маршруте (кабель «идет вправо»).

Под полупанелью понимается полная непрерывная совокупность розеточных частей разъемов обычной коммутационной и кроссовой панели, расположенных слева или справа от ее оси. В соответствии с этим определением любая панель СКС считается состоящей из двух (правой и левой) полупанелей. Точно таким же образом передняя панель активного сетевого оборудования при достаточно большом количестве портов может считаться состоящей из двух примыкающих друг к другу полупанелей.

4.7.4.2. Длина горизонтальной части кабеля шнура

Для систематизации описания возможных вариантов прокладки кабелей шнуров выделим четыре основных процесса, совокупность которых образует полную группу несовместимых событий:

- розеточные модули связываемых функциональных секций находятся в полупанелях, расположенных друг над другом в одной колонне;
- соединяемые розеточные модули находятся в полупанелях, располагаемых в разных колоннах, но в пределах одного конструктива, причем кабель прокладывается по левому маршруту;
- соединяемые розеточные модули находятся в полупанелях, располагаемых в разных колоннах в пределах одного конструктива, причем кабель прокладывается по правому маршруту;
- соединяемые розеточные модули расположены в панелях, установленных в разных конструктивах.

Для упрощения дальнейших расчетов предполагаем, что соединяемые шнурами розеточные части разъемов панелей СКС и оборудования ЛВС или панелей отображения портов телефонной станции являются независимыми. Тогда вероятность появления перечисленных выше событий для различных схем монтажа оборудования принимают значения, приведенные в табл. 4.27.

Таблица 4.27. Значения параметров P_i для различных схем монтажа оборудования

Схема монтажа	P_1	P_2	P_3	P_4
В одном конструктиве	0,5	0,25	0,25	0
В двух конструктивах, основная	0,25	0,125	0,125	0,5
В двух конструктивах альтернативная, шнуры ЛВС	0	0	0	1
В двух конструктивах альтернативная, шнуры УПАТС	0,5	0,25	0,25	0

Размещение оборудования в одном монтажном конструктиве

Для определения длины горизонтального участка кабелей коммутационных шнуров в случае размещения оборудования в одном монтажном конструктиве воспользуемся схемой, изображенной на рис. 4.28.

При расположении оборудования в одном конструктиве прокладка кабелей шнуров может быть выполнена тремя различными способами, вероятности которых приведены в табл. 4.27.

Рассмотрим вначале первый процесс, одна из реализаций (№ 1) которого изображена на рис. 4.28 в его левой части. Если обозначить горизонтальную координату розеточной части разъема передающей полупанели как ξ , а приемной через ζ (значения этих величин отсчитываются от левого края соответствующей полупанели), то при ширине полупанели $a = 225,5$ мм длина горизонтальной части кабеля коммутационного шнура будет являться случайной величиной $2d + \xi + \zeta$. Через $d = (544 - 451) / 2 = 47$ мм здесь обозначена детерминированная величина,

численно равная расстоянию от края полупанели до оси симметрии колец вертикального организатора (рис. 4.29). Эта величина учитывает необходимость увеличения длины кабеля шнура в процессе его укладки в организаторы. Случайные величины ξ и ζ с учетом предположения независимости приемных и передающих розеточных частей разъемов коммутационного и сетевого оборудования имеют в пределах относящихся к ним полупанелей равномерное распределение с плотностью $1/a$. Известно, что функция $g_{\xi+\zeta}$ плотности распределения композиции (значения $\xi+\zeta$) независимых неотрицательных случайных величин находится через свертку плотностей распределения g_{ξ} и g_{ζ} отдельных слагаемых:

$$g_{\xi+\zeta}(z) = g_{\xi}(z) * g_{\zeta}(z) = \int_0^z g_{\xi}(x)g_{\zeta}(z-x)dx = \int_0^z g_{\zeta}(x)g_{\xi}(z-x)dx. \quad (4.18)$$

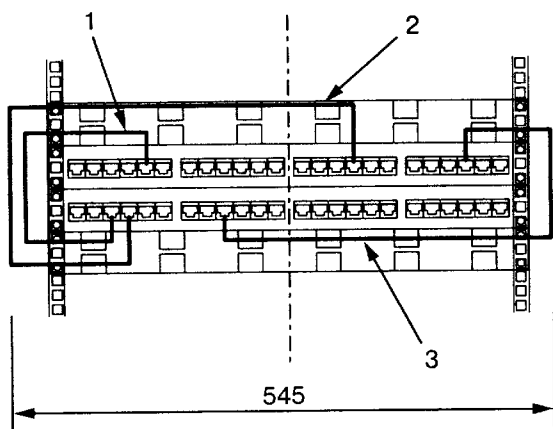


Рис. 4.28. Маршруты прокладки кабелей шнуровых изделий на панелях коммутационного поля в технических помещениях



Рис. 4.29. К определению отдельных составляющих горизонтальной части кабеля коммутационных и кроссовых шнуров

Вычисление интеграла свертки для равномерных и одинаковых значений плотности дает следующий результат¹:

$$\begin{cases} g(z) = \frac{z-2d}{a^2}; & 2d < z < a+2d \\ g(z) = \frac{2(a+d)-z}{a^2}; & a+2d < z < 2a+2d. \end{cases} \quad (4.19)$$

Рассмотрим теперь второй и третий процессы.

Длина горизонтальной части кабеля коммутационного шнура, который прокладывается по левому маршруту, в соответствии с введенной выше моделью составит (№ 2 на рис. 4.28):

¹ Здесь и далее для упрощения записи приводятся только отличные от нуля значения. Вне указанных пределов изменения аргумента функция плотности вероятности по умолчанию считается тождественно равной нулю.

$$\eta_2 = a + \xi + \zeta + 2d. \quad (4.20)$$

При использовании правого (№ 3 на рис. 4.28) маршрута длина горизонтальной части кабеля шнура будет равна:

$$\eta_3 = 3a - (\xi + \zeta) + 2d. \quad (4.21)$$

Плотность распределения суммы $\xi + \zeta$ рассчитана ранее и с точностью до постоянной определена формулой 4.19. Поэтому с учетом известных свойств плотности функция плотности распределения случайной величины η_2 находится сразу же формальной заменой z на $z - a$ в формуле 4.19.

$$\begin{cases} g_2(z) = \frac{z - 2d - a}{a^2}; & a + 2d < z < 2a + 2d \\ g_2(z) = \frac{3a + 2d - z}{a^2}; & 2a + 2d < z < 3a + 2d. \end{cases} \quad (4.22)$$

Аналогично для определения плотности случайной величины η_3 в формуле 4.19 осуществляется замена z на $3a - z$ и после несложных выкладок получаем, что $g_3(z) = g_2(z)$ на всем интервале $a + 2d < z < 2a + 2d$.

Анализ соотношений формул 4.20 и 4.21 показывает, что критерием выбора левого маршрута прокладки кабеля шнура является выполнение неравенства $\xi + \zeta < a$. Соответственно правый маршрут выбирается в том случае, если $\xi + \zeta > a$. На основании этого, а также с учетом несовместимости событий, соответствующих второму и третьему процессам, имеем:

$$g_{2+3}(z) = 2 \frac{z - 2d - a}{a^2}; \quad a + 2d < z < 2a + 2d.$$

Для полной группы несовместимых событий, на которые разбивается процедура прокладки кабелей шнуров в организаторах конструктива в процессе соединения розеточных частей разъемов панелей и оборудования, можем записать:

$$\begin{cases} g = P_1 g_1; & g = P_1 g_1 + (P_2 + P_3) g_{2+3} \\ 2d < z < a + 2d; & a + 2d < z < 2a + 2d. \end{cases}$$

Вычисление плотности вероятности на интервал $a + 2d < z < 2a + 2d$ дает $g = (z - 2d)/a^2$, откуда окончательно имеем:

$$g_{h1}(z) = \frac{z - 2d}{2a^2}; \quad 2d < z < 2a + 2d. \quad (4.23)$$

Параметры распределения формулы 4.23 приведены в табл. 4.28.

Таблица 4.28. Некоторые параметры распределений длин горизонтального и вертикального участков кабелей коммутационных и кроссовых шнуров

Схема размещения оборудования	Распределение	Математическое ожидание	Дисперсия	Центральный момент третьего порядка	Асимметрия
<i>Горизонтальный участок</i>					
В одном конструктиве	(4.23)	$\frac{4}{3}a + 2d$	$\frac{2}{9}a^2$	$-\frac{8}{135}a^3$	$-\frac{2\sqrt{2}}{5} = -0,564$
В двух конструктивах по основной схеме	(4.24)	$\frac{5}{3}a + 4d$	$\frac{5}{9}a^2$	$\frac{26}{135}a^3$	$\frac{26}{25\sqrt{5}} = 0,465$
В двух конструктивах по альтернативной схеме, шнуры ЛВС	(4.25)	$2a + e$	$\frac{2}{3}a^2$	0	0
В двух конструктивах по альтернативной схеме, шнуры УПАТС	(4.23)	$\frac{4}{3}a + 2d$	$\frac{2}{9}a^2$	$-\frac{8}{135}a^3$	$-\frac{2\sqrt{2}}{5} = -0,564$
<i>Вертикальный участок</i>					
В одном конструктиве и в двух конструктивах по основной схеме, секции одинаковой высоты	(4.28)	$B + 2U$	$\frac{b^2}{6}$	0	0
В одном конструктиве и в двух конструктивах по основной схеме, секции различной высоты	(4.29)	$\frac{(b+c)}{2} + 2U$	$\frac{(b^2 + c^2)}{12}$	0	0
В двух конструктивах по альтернативной схеме, шнуры ЛВС	(4.30)	$\frac{b}{3} + 2U$	$\frac{b^2}{18}$	$\frac{4b^3}{15}$	0
В двух конструктивах по альтернативной схеме, шнуры УПАТС	(4.31)	$\frac{2b}{3} + 2U$	$\frac{5b^2}{54}$	0	0

Размещение оборудования в двух монтажных конструктивах по основной схеме

В случае размещения оборудования в двух монтажных конструктивах к трем процессам, которые соответствуют прокладке кабелей шнуров в одном конструктиве, добавляется четвертый. Этот процесс относится к случаю, когда соединяются панели, находящиеся в разных монтажных конструктивах.

Опуская достаточно громоздкие промежуточные выкладки, приведем окончательное выражение оценки функции плотности вероятности длины горизонтальной части кабеля коммутационных шнуров:

$$\begin{cases} g_{h2}(z) = \frac{3(z-4d)}{8a^2}; & 4d < z < 2a + 4d \\ g_{h2}(z) = \frac{4(a+d)-z}{8a^2}; & 2a + 4d < z < 4a + 4d. \end{cases} \quad (4.24)$$

Параметры распределения формулы 4.24 приведены в табл. 4.29.

Размещение оборудования в двух монтажных конструктивах по альтернативной схеме

Альтернативная схема размещения оборудования характеризуется тем, что панели и активные сетевые устройства отдельных конкретно взятых функциональных секций всегда располагаются в одном конструктиве. При этом панели горизонтальной подсистемы СКС и сетевые приборы ЛВС устанавливаются в различных конструктивах, а панели магистрали категории 3 находятся в одном конструктиве с панелями горизонтальной подсистемы.

С учетом этих обстоятельств с привлечением параметров табл. 4.27 получаем следующее выражение плотности вероятности длины горизонтальной части кабеля шнура для подключения оборудования ЛВС:

$$\begin{cases} g_{h3} = \frac{z-e}{4a^2}; & e < z < 2a + e; \\ g_{h3} = \frac{4a+e-z}{4a^2}; & 2a + e < z < 4a + a. \end{cases} \quad (4.25)$$

где e – горизонтальная составляющая расстояния между ближайшими розеточными частями разъемов соединяемых панелей.

На основании рис. 4.29 для шкафов шириной 800 мм, которые в соответствии с результатами раздела 5.2.4 являются предпочтительными для применения в технических помещениях нижнего уровня, имеем $e = 349$ мм.

Параметры распределения формулы 4.25 приведены в табл. 4.29.

Процесс соединения панелей горизонтальной подсистемы и магистрали категории 3 полностью соответствует случаю одного конструктива, то есть плотность вероятности длины горизонтальной части кабеля шнура описывается формулой 4.23.

4.7.4.3. Длина вертикальной части кабеля шнура

Оценка влияния горизонтальных организаторов

При расчетах длины этой составляющей предполагается, что соблюдаются принципы размещения оборудования в монтажном конструктиве, изложенные в разделе 5.2.2, и правила применения организаторов – в разделе 4.6.6. При выполнении

этих условий получаем высоты различных функциональных секций коммутационного поля, которые приведены в табл. 4.29.

Таблица 4.29. Зависимость высоты различных функциональных секций коммутационного оборудования СКС и сетевого оборудования ЛВС от количества обслуживаемых рабочих мест

Функциональная секция	Количества рабочих мест, обслуживаемых функционально законченным блоком	Оценка высоты секции, юниты, в зависимости от количества N обслуживаемых рабочих мест		
		Один монтажный конструктив	Два монтажных конструктива (основная схема размещения оборудования)	Два монтажных конструктива (альтернативная схема размещения оборудования)
Секция горизонтальной подсистемы	$M = 24$	$\frac{3U}{M}N$	$\frac{3U}{2M}N$	$\frac{3U}{M}N$
Секция магистрольной категории 3 (100-порные панели типа 110)	$M = 48$	$\frac{2U}{M}N$	$\frac{2U}{2M}N$	$\frac{2U}{M}N$
Секция магистрольной категории 3 (200-порные панели типа 110)	$M = 96$	$\frac{3U}{M}N$	$\frac{3U}{2M}N$	$\frac{3U}{M}N$
Секция отображения портов сетевого оборудования (схема cross-соединения)	$M = 48$	$\frac{3U}{M}N$	$\frac{3U}{2M}N$	$\frac{3U}{M}N$
Секция активного сетевого оборудования ЛВС	$M = 16+48$ (в зависимости от типа оборудования)	$\frac{3U}{M}N$	$\frac{3U}{2M}N$	$\frac{3U}{M}N$

Примечание. N – количество обслуживаемых рабочих мест.

Установка горизонтальных организаторов, необходимых для обеспечения условий нормальной эксплуатации административной подсистемы, меняет высоту функциональной секции, что сопровождается увеличением общей длины шнуров. Для оценки влияния организаторов на общую длину вертикальной части шнура рассмотрим два крайних функционально законченных блока коммутационного поля, образованного примыкающими друг к другу функциональными секциями равной высоты n . В этом случае во время соединения панелей данных блоков шнурами с обязательным использованием горизонтальных и вертикальных организаторов для укладки кабелей имеем четыре равновероятных процесса. Каждому из этих процессов соответствует длина вертикальной части кабеля, которая указана в табл. 4.30. Там же приведено среднее значение этого параметра, которое используется при дальнейших расчетах. В соответствии с основным правилом

комбинаторики при высоте связываемых функциональных секций в n функционально законченных блоков для их соединения потребуется n^2 групп шнуров. Отсюда при высоте соединяемых функциональных секций $3n$ U средняя длина вертикальной части шнура (U) составит:

$$\frac{1}{n^2} \left[\sum_{j=1}^n j(3j+2) + \sum_{j=n+1}^{2n-1} (2n-j)(3j+2) \right] = 3n+2 \quad (4.26)$$

Таблица 4.30. Геометрическая длина вертикальной части шнура при соединении отдельных розеток панелей крайних функционально законченных блокав коммутационного поля общей высотой n блоков одинаковой высоты

		Верхний блок	
		Нижний ряд розеток	Верхний ряд розеток
Нижний блок	Верхний ряд розеток	$3n-1$	$3n+2$
	Нижний ряд розеток	$3n-1$	$3n+4$
Среднее значение, U		$3n+2$	

При функциональных секциях различной высоты в m -и n блоков ($m < n$), например, секций горизонтальной подсистемы и магистрали категории 3, средняя длина вертикальной части шнуров составит:

$$\frac{1}{mn} \left[\sum_{j=1}^m j(3j+2) + m \sum_{j=m+1}^n (3j+2) + \sum_{j=n+1}^{m+n-1} (m+n-j)(3j+2) \right] = 3 \frac{m+n}{2} + 2 \quad (4.27)$$

Выражения в квадратных скобках в формулах 4.26 и 4.27 фактически представляют собой дискретный аналог интеграла свертки в формуле 4.18.

В результате получаем, что:

- применение в процессе построения коммутационного поля СКС горизонтальных организаторов меняет среднюю геометрическую длину вертикальной части кабеля шнура на $2U = 88,9$ мм вне зависимости от расстояния между связываемыми функционально законченными блоками, то есть от емкости коммутационного поля;
- суммарная высота функциональной секции является достаточно эффективной мерой длины вертикальной части шнура, причем относительная ошибка этой меры асимптотически приближается к нулю со скоростью $1/n$ по мере увеличения количества обслуживаемых рабочих мест (роста высоты функциональной секции).

Данное обстоятельство позволяет перейти от дискретных случайных величин к непрерывным, что существенно упрощает дальнейший анализ без качественного изменения результата. Таким образом, в процессе расчетов длины вертикальной части шнура в дальнейшем предполагается, что розеточные части разъемов

распределены равномерно по всей площади функционально законченного блока, под которым понимается совокупность двух панелей и обслуживающего их организатора.

Размещение оборудования в одном монтажном конструктиве и основная схема размещения оборудования в двух монтажных конструктивах

В обоих рассматриваемых случаях панели секции горизонтальных кабелей располагаются между устройствами секции активного сетевого оборудования ЛВС или секцией отображения его портов и панелями секции магистральных кабелей категории 3, то есть вплотную друг к другу. В данной ситуации длина вертикальной части кабеля шнура произвольной разновидности может быть найдена в виде композиции независимых случайных величин X и Y , то есть $X + Y$. При этом в соответствии со сделанными выше допущениями X , Y имеют равномерное распределение на интервале, численно равном высоте соответствующей функциональной секции.

При выполнении перечисленных выше предположений плотность вероятности длины вертикальной части кабеля шнура находится в виде свертки по формуле 4.18. В случае функциональных секций одинаковой высоты b (например, горизонтальной подсистемы и активного оборудования ЛВС – табл. 4.28) соотношение, описывающее этот параметр, может быть представлено в следующей форме:

$$\begin{cases} g_v(z) = \frac{z}{b^2}; & 0 < z < b \\ s g_v(z) = \frac{b-z}{b^2}; & b < z < 2b. \end{cases} \quad (4.28)$$

В случае соединения функциональных секций различной высоты b и c (например, горизонтальной подсистемы и магистрали категории 3) плотность вероятности длины вертикального участка кабеля шнура выражается следующим образом:

$$\begin{cases} g_v(z) = \frac{z}{bc}; & 0 < z < c \\ g_v(z) = \frac{1}{b}; & c < z < b \\ g_v(z) = \frac{b+c-z}{bc}; & b < z < b+c \end{cases} \quad (4.29)$$

причем $c < b$. Числовые параметры распределения для формул 4.28 и 4.29 приведены в табл. 4.29. Влияние горизонтальных организаторов на длину кабеля шнура учитывается введением постоянной поправки в выражение для математического ожидания.

Альтернативная схема размещения оборудования в двух монтажных конструктивах

В случае применения современных сетевых устройств и панелей СКС с типичными плотностями установки розеточных частей разъемов высоты этих функциональных секций оказываются достаточно близкими друг к другу. В дальнейшем для упрощения расчетов принимаем их равными. Общее количество шнуров, обеспечивающих работу ЛВС и имеющих длину вертикального участка кабеля, в случае выполнения введенного выше условия равенства высот функциональных секций составит:

$$n = \int_{\xi}^b dx + \int_0^{b-\xi} dx = 2(b - \xi).$$

Первое слагаемое в данном выражении описывает шнуры, идущие вверх, а второе – вниз. Плотность вероятности длины вертикального участка кабеля без учета влияния горизонтальных организаторов на основании этого составляет:

$$g_v(z) = \frac{2}{b^2}(b - z). \quad (4.30)$$

Числовые параметры распределения формулы 4.30 приведены в табл. 4.29.

Панели типа 110 магистральной подсистемы категории 3, на которые осуществляется отображение портов телефонной станции, располагаются в данном случае прямо над панелями секции горизонтальных кабелей в том же самом конструктиве. На основании данных табл. 4.28 эти функциональные секции имеют различную высоту. Поэтому плотность вероятности длины вертикального участка кабеля шнуров, подключаемых к панелям этой разновидности, без учета влияния горизонтальных организаторов описывается формулой 4.29. В случае применения для организации секции магистральных кабелей категории 3 наиболее удобных и популярных на практике 200-парных панелей типа 110 на основании данных табл. 4.28 имеем $c = b/3$. В результате распределение длин кабелей принимает вид

$$\begin{cases} g_v(z) = \frac{3z}{b^2}; & 0 < z < b/3 \\ g_v(z) = \frac{1}{b}; & b/3 < z < b \\ g_v(z) = \frac{4b - 3z}{b^2}; & b < z < \frac{4}{3}b \end{cases}. \quad (4.31)$$

Числовые характеристики выражения формулы 4.31 приведены в табл. 4.29. Влияние наличия горизонтальных организаторов на длину кабеля шнура учитывается добавкой постоянной поправки в выражение для математического ожидания.

4.7.4.4. Оценка распределения длин кабелей шнуров

Значения Ver и Hor из формулы 4.17 являются независимыми случайными величинами. Вычисление $\varphi_k(x)$ как плотности их суммы по формуле 4.18 вполне возможно в замкнутом виде, однако, приводит к громоздким практически «непрозрачным» соотношениям и поэтому здесь не приводится.

Для упрощения результирующего выражения воспользуемся тем известным фактом, что для числовых характеристик суммы двух независимых случайных величин справедливы следующие выражения:

$$\begin{aligned} M &= M_V + M_H, \\ D &= D_V + D_H, \\ \mu_3 &= \mu_{3V} + \mu_{3H} \end{aligned} \quad (4.32)$$

где M , D и μ_3 – математическое ожидание, дисперсия и центральный момент третьего порядка. Индексы V и H относятся соответственно к горизонтальному и вертикальному участкам кабелей шнуров.

В соответствии с данными табл. 4.29 имеем $m_{3V} \equiv 0$, то есть результирующая асимметрия выражения формулы 4.17 будет гарантированно меньше 0,5.

Согласно методу моментов аппроксимируем искомую функцию распределения с параметрами формулы 4.32 рядом Грама-Шарлье, который представляет собой нормальное распределение с поправочным членом. Для упрощения в указанном ряде удерживается только две первых значимых члена, а сам ряд запишем в форме

$$\Phi(x) = \Phi_u(x) - \frac{\gamma_3}{3!} \Phi_u'''(x) + \dots \quad (4.33)$$

где $\Phi_u(x)$ – функция нормального распределения;

γ_3 – коэффициент асимметрии;

$$x = \frac{t - Mt}{\sigma} \quad \text{– стандартизованная случайная величина.}$$

Несложно показать, что модуль поправочного члена в формуле 4.33 достигает своего максимума при $x = 0$, где он согласно данным табл. 4.29 будет меньше 0,1. Так как $\Phi(0) = 0,5$, то это означает, что искомое распределение достаточно точно может быть аппроксимировано нормальным распределением с математическим ожиданием и дисперсией, которые соответствуют формуле 4.32.

4.8. Особенности проектирования кабельных трактов СКС для передачи телевизионных сигналов

Известно, что кабельные тракты горизонтальной подсистемы СКС могут быть при выполнении определенных условий достаточно эффективно использованы

для распределения по отдельным абонентским розеткам сигналов многоканального эфирного, кабельного и спутникового телевидения. Решение этой задачи, как показывает практика, стало приобретать наибольшую актуальность в Российской Федерации начиная примерно с 2000 года в связи с тем, что:

- структурированная кабельная проводка начинает в массовом масштабе использоваться в общественных зданиях неофисного типа и в жилом секторе, где телевизионные приложения различных видов являются столь же популярными видами информационного сервиса, как телефон и ЛВС;
- применение в качестве среды передачи телевизионного сигнала витой пары достаточно удобно с системной точки зрения, во-первых, из-за положенного в основу организации СКС принципа избыточности и, во-вторых, с точки зрения эксплуатационного обслуживания, так как не приводит к расширению номенклатуры типов кабелей.

Технической основой возможности передачи многоканального телевизионного сигнала с верхней граничной частотой 862 МГц (европейская норма) является то, что многие современные кабели и разъемы СКС имеют верхнюю граничную частоту нормировки параметров 1 ГГц и выше.

При использовании СКС для передачи телевизионных сигналов в обязательном порядке выполняется поверочный расчет. Это обусловлено:

- ограниченным динамическим диапазоном входного каскада стандартного бытового телевизионного приемника, при котором обеспечивается необходимое качество изображения и звука;
- заметно большим затуханием витой пары в любом варианте ее исполнения по сравнению с обычным телевизионным коаксиальным кабелем (пример приведен в табл. 4.31), что особенно ярко проявляется на частотах дециметрового диапазона длин волн.

Расчет производится для верхней граничной частоты передаваемого многоканального телевизионного сигнала, на которой кабель и вместе с ним весь тракт передачи имеет наибольшее затухание. Учитывается также необходимость обязательного применения балунов для преобразования сопротивления и согласования симметричной витой пары с несимметричными коаксиальными телевизионными цепями.

Таблица 4.31. Частотные характеристики затухания некоторых типов кабелей производства NEK/CDT

Марка	Тип	Затухание, дБ/100 м на частоте, МГц					
		100	200	400	550	650	900
NEKLAN 450	UTP	20,9	30,8	46,5	—	—	—
NEKLAN 550	UTP	19,2	28,3	42,2	51	—	—
HiperBit 650	S/STP	18	25,9	37,4	46,1	48,0	—
KTY 1.0/4.8 CV	Coax	6,3	11,6	13,5	15	—	20

Максимальная дальность ℓ передачи сигнала определяется как решение следующего уравнения:

$$D = 2A_b + \alpha \ell, \quad (4.34)$$

где D – допустимый диапазон изменений уровней телевизионного сигнала на выходе абонентских розеток;

A_b – затухание сигнала в балуне (коэффициент 2 учитывает необходимость применения этих элементов на обоих концах организуемого тракта);

α – коэффициент затухания симметричного кабеля на верхней граничной частоте передаваемого многоканального телевизионного сигнала (полностью определяется наибольшим номером телевизионного канала).

После выполнения элементарных выкладок уравнение формулы 4.34 приводится к более удобному для дальнейшего анализа виду:

$$\ell = \frac{D - 2A_b}{\alpha}. \quad (4.35)$$

Определим значение параметров, входящих в это выражение.

Согласно ГОСТ 28324-89, пункт 2.2 [100] уровень полезных сигналов на выходе абонентских розеток должен находиться в пределах 57–83 дБмкВ для диапазона метровых волн (30–300 МГц) и 60–83 дБмкВ для дециметрового диапазона длин волн (300–1000 МГц). Европейский стандарт EN 50083 в указанном частотном диапазоне дает достаточно близкие к отечественному ГОСТ значения допустимого уровня сигналов в 60–80 дБмкВ при полосе частот на один канал в 7 МГц [101]. Таким образом, можно констатировать, что динамический диапазон входного каскада стандартного бытового телевизионного приемника составляет $D = 26$ дБ в метровом диапазоне длин волн и $D = 23$ дБ в дециметровом.

Затухание балуна указывается в технических данных элементной базы. Не все производители оборудования для передачи телевизионных сигналов по кабельным трактам СКС предоставляют такую информацию без специального запроса. При ее отсутствии с учетом достигнутого на сегодняшний день уровня техники затухание балуна во всем рабочем частотном диапазоне может быть принято равным $A_b = 3$ дБ [102].

Из данных табл. 4.31 с учетом известной зависимости затухания кабелей из витых пар по закону корня квадратного из частоты получаем, что коэффициент затухания экранированного кабеля S/STP составляет $\alpha_{862} = 48\sqrt{862/650} = 55,3$ дБ/100 м. При таких величинах потерь из формулы 4.3.5 следует, что максимальная длина горизонтального кабеля в полосе частот 47–862 МГц составляет 30,7 м. Данная величина является недостаточной с точки зрения практики построения кабельной проводки и может быть увеличена двумя путями. Первый из них состоит в выборе специального частотного плана и заключается фактически в уменьшении параметра α за счет ограничения верхней частоты передаваемого сигнала. Так, например, при использовании частот только до 450 МГц погонное затухание

кабеля уменьшается до 39,9 дБ/100 м, что потенциально позволяет увеличить расстояние до абонентской розетки до 50,6 м.

Второй путь основан на включении в тракт передачи дополнительного широкополосного усилителя. Данное решение, несмотря на более высокую стоимость, сложность практической реализации и необходимость работы за пределами действия стандартов СКС, представляется более предпочтительным, так как дает в результате существенно большую функциональную гибкость решения в комплексе.

Современные усилители многоканального телевизионного сигнала включают-ся непосредственно на выходе телевизионного отвода и обеспечивают коэффициент F усиления до 30–40 дБ [103]. Дальнейшее увеличение данного параметра считается нецелесообразным, в первую очередь из-за сложностей получения необходимого уровня нелинейных искажений. Эти устройства могут использоваться как индивидуально, так и в групповом режиме, то есть для обслуживания одновременно нескольких телевизионных розеток. Второй путь является более предпочтительным с точки зрения экономики, что обусловлено относительно высокой стоимостью усилителя (до 100–150 долларов). Наиболее простым способом подключения к выходу одного усилителя одновременно нескольких телевизионных приемников является применение так называемого сплиттера (распределителя, или пассивного делителя). Устройство, включающее в свой состав усилитель и сплиттеры, достаточно часто называется телевизионным концентратором, или телевизионной полкой.

Промышленность серийно выпускает сплиттеры с коэффициентом деления 1:2, 1:3 и 1:4 [104]. Для получения коэффициента деления выше указанных значений данные устройства соединяются последовательно (каскадируются). За счет деления сигнала по нескольким выходам происходит уменьшение его уровня, величину которого с учетом неизбежных потерь в делителе можно оценить как $10\lg N + 0,5n$, где N – результирующий коэффициент деления, n – количество каскадов сплиттеров. Из приведенных выше данных следует, что при N не выше 4 можно принять $n = 1$, при $5 < N < 9$ следует использовать двухкаскадные схемы построения делителя и $n = 2$, а при $10 < N < 20$ за счет перехода на трехкаскадный делитель получаем $n = 3$.

Таким образом, в случае применения усилителя выражение формулы 4.35 модифицируется и принимает вид

$$\ell = \frac{F - 10\lg N - 0,5n + D - 2A_b}{\alpha}. \quad (4.36)$$

Результаты расчетов по формуле 4.36, выполненные на примере кабеля категории 7 типа HiPerBit 650 производства компании NEK/CDT¹, приведены на рис. 4.30. В качестве параметров использованы значения коэффициентов усиления

¹ Параметры этого изделия являются типичными для кабелей категории 7, выпускаемых промышленностью в начале 2000-х годов. В случае использования так называемых мультимедиа-кабелей (иначе – кабелей категории 8) достигаемые характеристики тракта несколько улучшаются.

усилителя и деления сплиттеров. Из графика видно, что при частотах не выше 600–650 МГц, максимальном коэффициенте деления $N = 10$ и коэффициенте усиления не менее 30 дБ длина кабелей из витых пар потенциально может превышать 90 м. В свою очередь это означает, что при таких частотах многоканальные телевизионные сигналы могут передаваться по горизонтальным трактам СКС без каких-либо ограничений. В настоящее время в нашей стране дециметровый диапазон частот практически не занят сигналами эфирных передатчиков телецентров и студий кабельного телевидения. На основании этого рекомендуется в процессе составления частотного плана системы кабельного телевидения выбирать несущую частоту верхней по спектру телевизионной программы таким образом, чтобы она не превышала частоты, критической для применяемого в конкретном проекте типа кабеля в смысле получения длин 90 м. Данная рекомендация хорошо согласуется с практикой создания сетей кабельного телевидения в нашей стране. Согласно принципам построения наиболее часто применяемых на практике гибридных волоконно-коаксиальных сетей кабельного телевидения частотный диапазон 40–550 МГц выделяется для передачи аналоговых широкоэмитательных каналов, тогда как диапазон 550–862 МГц служит в первую очередь для передачи каналов цифрового телевидения, сигналов телефонии, данных и Internet [105].

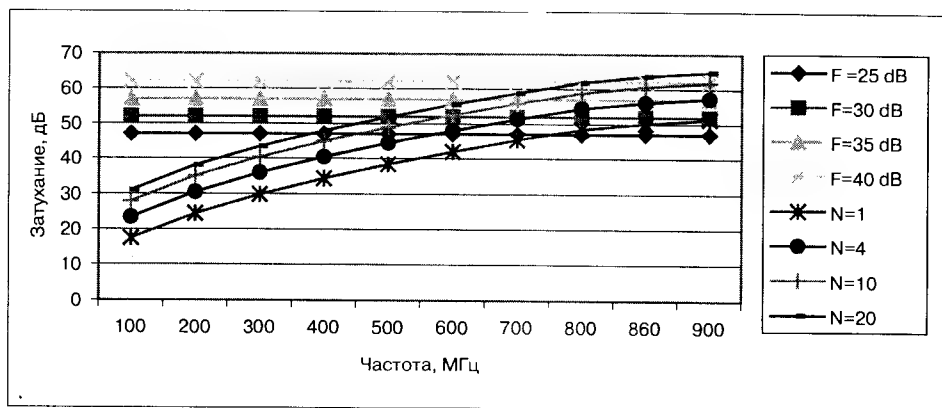


Рис. 4.30. Частотная зависимость затухания горизонтального кабеля S/STP категории 7 длиной 90 м в полосе частот многоканального телевизионного сигнала и ее сравнение с диапазоном допустимого изменения уровня телевизионного сигнала при различных коэффициентах усиления и деления

Передача телевизионных сигналов осуществляется в аналоговом виде. Аналоговый сигнал на выходе тракта СКС из-за частотной зависимости затухания кабеля испытывает заметные амплитудно-частотные искажения, величина которых ограничивается действующими нормативно-техническими документами. Согласно ГОСТ 28324-89, пункт 2.3 разность уровней сигналов на выходе любой абонентской розетки не должна превышать 15 дБ в полосе частот 30–790 МГц. Европейский

стандарт EN 50083 является более жестким по сравнению с отечественным и ограничивает величину перекося уровней сигналов телевизионных каналов значением $\Delta P = 12$ дБ в полосе частот 47–862 МГц.

С учетом этого ограничения максимальная длина линейного кабеля СКС, по которому передается телевизионный сигнал, в предположении установки балунов, идеальных с точки зрения амплитудно-частотных искажений, составит:

$$\ell_{\max} = \frac{\Delta D + \Delta P}{\Delta \alpha} \quad (4.37)$$

где D – диапазон регулирования наклона АЧХ;

$\Delta \alpha$ – разность коэффициентов затухания на граничных частотах передаваемого спектра.

Результаты расчетов по формуле 4.37, проведенные для кабеля категории 7 типа HiPerBit 650 ($\Delta \alpha = 0,426$ дБ/100 м в полосе частот 47–862 МГц) приведены на рис. 4.31. Из приведенной зависимости следует, в частности, что при типичных для современных широкополосных усилителей значениях $\Delta D = 20$ дБ требуемые стандартами качественные показатели тракта передачи сигнала достигаются при длинах симметричных кабелей до 75 м, что уже вполне достаточно для практического использования.



Рис. 4.31. Зависимость максимальной длины постоянной линии для передачи телевизионного многоканального сигнала от величины регулировки наклона АЧХ

Для достижения требуемых качественных показателей трактов передачи изображения и звука на практике находят применение различные приемы:

- установка регулируемого усилителя в телевизионных концентраторах;
- использование индивидуальных регуляторов на рабочих местах.

Выбор конкретной разновидности коррекции полностью определяется техническими особенностями аппаратуры конкретного производителя. Отметим только, что в случае группового регулирования, осуществляемого соответствующим

изменением настроек усилителя-распределителя, для упрощения процедуры настройки и выполнения норм по разности уровней сигналов отдельных каналов в рабочем спектре частот целесообразно по возможности разбивать кабельные тракты для передачи телевизионных сигналов на отдельные группы с близкими длинами горизонтальных кабелей.

В том случае если, исходя из области применения и других аналогичных соображений, заранее известно, что кабельные тракты СКС будут применяться для передачи телевизионных сигналов, то для построения линейной части горизонтальной подсистемы целесообразно использовать конструкции с индивидуальной экранировкой отдельных витых пар. Это объясняется тем, что:

- основная масса конструкций кабелей типа S/STP ориентирована на применение в линиях категории 7 и выше и за счет этого имеет диаметр проводников витой пары, увеличенный примерно до 0,6 мм или даже несколько больше (то есть до верхнего предела, разрешенного стандартом), и соответственно меньшее затухание;
- наличие экрана обеспечивает выполнение требований ГОСТ 28324-89, пункт 3.7 в части обеспечения отношения сигнала к помехе не менее 57 дБ;
- высокое переходное затухание между отдельными экранированными витыми парами позволяет эффективно использовать принцип cable sharing и улучшить за счет этого экономические характеристики создаваемой кабельной проводки.

Отметим также некоторые дополнительные особенности, оказывающие определенное влияние на проектные решения, используемые для технических помещений:

- панели, используемые в процессе подачи телевизионных программ на рабочие места, из-за определенной специфики применяемой элементной базы обычно обеспечивают несколько меньшую плотность портов, которая составляет в известных конструкциях от 12 до 16 на 1 U высоты;
- при расчете конструктива следует учитывать место под установку специализированного активного оборудования и необходимость подачи на него сетевого питающего напряжения.

ГЛАВА V

РАСЧЕТ ДЕКОРАТИВНЫХ КОРОБОВ, МОНТАЖНЫХ КОНСТРУКТИВОВ И ПРОЧИХ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ СКС

В процессе реализации основной массы проектов структурированной кабельной проводки самого различного масштаба наряду с кабелями, шнурами, коммутационными панелями различного назначения и т.д., обеспечивающими передачу электрических и оптических сигналов, в обязательном порядке устанавливается и расходуется большое количество сопутствующих компонентов нетелекоммуникационного назначения. Эти компоненты не входят в область действия стандартов СКС и прочих нормативно-технических документов, регламентирующих построение кабельной проводки в зданиях. Всю совокупность этих компонентов можно в самом общем случае разделить на монтажное оборудование и дополнительные элементы.

Под монтажным оборудованием в дальнейшем будем понимать все те конструктивные элементы и конструкции, которые служат для установки ИР, коммутационных и кроссовых панелей, а также для укладки отдельных кабелей и кабельных жгутов. В соответствии с такой классификацией к монтажному оборудованию относится монтажный конструктив и декоративные кабельные каналы. Конструктив устанавливается в технических помещениях, кабельные каналы используются преимущественно в офисной части здания и монтируются в помещениях для размещения пользователей.

Под дополнительными компонентами СКС, количество которых рассчитывается в рамках реализации конкретного проекта кабельной системы, далее понимаются элементы маркировки, крепежа различного назначения и прочие расходные материалы, используемые в процессе монтажа телекоммуникационных элементов СКС и установки монтажного оборудования.

5.1. Настенные кабельные каналы

5.1.1. Общие положения

Функции настенных кабельных каналов в соответствии с реалиями построения структурированной кабельной проводки в нашей стране в подавляющем большинстве случаев выполняют декоративные кабельные короба. Такие изделия являются

по состоянию на середину 2002 года наиболее популярным в практике построения СКС техническим средством для формирования кабельных трасс и установок ИР в рабочих помещениях пользователей.

Крепление накладных кабельных каналов выполняется различными элементами винтового типа, выбираемыми с учетом материала стены (подробнее – см. раздел 5.4.1). Усилие на отрыв короба при любом способе крепления согласно СНиП 3.05.06-95, пункт 3.37 должно составлять не менее 190 Н, максимальная величина зазора между каналом и несущей поверхностью в зависимости от принципа установки не может превышать 2 мм. Общим требованием к коробу является необходимость его выполнения из негорючих или труднотгораемых материалов, обладающих электроизоляционными свойствами. В случае применения для изготовления коробов проводящих материалов они обязательно должны быть заземлены.

При совместной прокладке в одном декоративном коробе информационных, сигнальных и силовых кабелей¹ под последние согласно СНиП 2.04.09-84, пункт 4.40 в обязательном порядке выделяется отдельная секция, образуемая стационарной или съемной перегородкой. Перегородка должна иметь предел огнестойкости 0,25 часа и изготавливаться из огнестойкого материала. Этот же принцип положен в основу требований стандарта EIA/TIA-569. Количество отдельных секций должно быть, по крайней мере, не меньше числа различных подсистем кабельной проводки здания, обслуживаемых данным коробом.

Достоин отдельного упоминания тот факт, что короб согласно ПУЭ, пункт 2.1.11 входит в группу тех строительных и инженерных конструкций, которые обеспечивают защиту проложенных в нем кабелей от механических повреждений.

В процессе проектирования структурированной кабельной системы в той части проекта, которая относится к настенным кабельным каналам, решаются следующие основные задачи:

- производится выбор высоты установки и габаритных размеров;
- определяется объем поставки декоративного короба;
- выполняется расчет количества аксессуаров.

5.1.2. Выбор высоты установки и габаритных размеров

Какие-либо количественные требования относительно высоты установки декоративных коробов в рабочих помещениях пользователей в известных нормативно-технических документах не приводятся. Поэтому для конкретизации значения этого параметра можно воспользоваться рекомендациями BICSI касательно высоты монтажа розеток, приведенными в разделе 3.10.2. Из соображений достижения хороших эстетических показателей решения, минимизации его стоимости и продолжительности реализации целесообразно распространить эти рекомендации также на короба. Дополнительно учитываются пожелания заказчика, способ

¹ Под силовыми кабелями понимаются кабели, предназначенные для организации цепей с напряжением выше 42 В0 В (по разным нормативным документам).

установки информационных и силовых розеток, расположение других кабельных линий (бытовая силовая проводка, системы пожарной и охранной сигнализации, линии радиовещания и громкой звуковой связи и т.д.), а также соображения удобства эксплуатации. При отсутствии априорной информации здесь можно руководствоваться следующим правилом: накладные каналы нужно прокладывать таким образом, чтобы они не совпадали по уровню со столешницей рабочих столов. Такой прием достаточно эффективно предохраняет короб от механических повреждений при перемещениях мебели. Согласно санитарным правилам СанПиН 2.2.2, пункт 8.2.1 высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680–800 мм. При отсутствии возможности регулирования значение высоты рабочей поверхности стола принимается равным 725 мм. ГОСТ 12.2.032-78, таблица 1 задает высоту рабочей поверхности стола при печатании на машинке (операции, аналогичной работе на клавиатуре рабочей станции) в 630 мм для женщин и 680 мм – для мужчин. С учетом этого верхний обрез накладного канала шириной 40–60 мм (в наиболее часто встречающемся на практике случае установки короба выше уровня столешницы) должен располагаться на высоте примерно 800–900 мм от уровня пола.

Коэффициент k_z заполнения коробов кабелями выбирается в соответствии с положениями стандарта EIA/TIA-569, который рекомендует наибольшее значение его величины в размере 30–60% от максимального, полученного исходя из площади поперечного сечения. Конкретное значение k_z кроме соотношения геометрических размеров кабелей и коробов, зависит также от допустимого минимального радиуса изгиба кабелей, способа монтажа розеток и перспектив расширения кабельной системы в области установки короба. На практике при отсутствии априорной информации о количестве кабелей, укладываемых в короб, обычно принимают значение коэффициента заполнения равным 50% – с небольшим запасом относительно рекомендаций стандарта.

Увеличение коэффициента заполнения k_z – выше задаваемого стандартом значения 60% – технически вполне осуществимо, однако не рекомендуется. Причина этого заключается в том, что экономия на размерах декоративного короба сопровождается резким увеличением сложности обслуживания СКС, так как процедура извлечения кабеля из нижних слоев при степени заполнения выше 60% становится весьма непростой операцией. Кроме того, при высокой плотности укладки кабели очень плотно прилегают друг к другу, что сопровождается увеличением уровня межкабельных наводок (параметры Alien NEXT и Alien FEXT уменьшаются настолько, что межкабельные переходные помехи на ближнем и дальнем концах становятся соизмеримыми с внутрикабельными наводками соответствующего вида и начинают заметно влиять на качество связи). Экспериментальные исследования показывают, что данный эффект заметно проявляется только на частотах, превышающих 100 МГц. Поэтому правило контроля уровня заполнения кабельных каналов должно с особой тщательностью соблюдаться при создании СКС категории 6 на основе кабелей UTP.

Емкость прямого декоративного короба, как и любого другого кабельного канала с откидной или съемной крышкой и эффективной площадью поперечного сечения S в случае его использования для прокладки одинаковых кабелей согласно разделу 3.5.2 находится как

$$n = k_i k_z \frac{S}{s_1},$$

где k_i и k_z – коэффициенты использования и заполнения, соответственно;
 s_1 – площадь поперечного сечения прокладываемого кабеля (табл 5.2).

Величина коэффициента $k_i = 0,5$ выбирается в соответствии с типом кабельного канала согласно табл. 3.10. При $k_z = 1$ получаем максимальную емкость канала, $k_z = 0,8$ соответствует так называемой номинальной емкости (прокладка производится «внавал», без индивидуальной укладки отдельных кабелей). Заполнение короба до уровня не выше номинального обеспечивает, в частности, возможность беспрепятственного прохождения поворотов. Введение согласно рекомендациям стандарта $k_z < 0,6$ позволяет ограничить емкость канала до значений, делающих возможной его нормальную эксплуатацию.

Выбор типа настенного короба по габаритным размерам выполняется в зависимости от назначения и количества укладываемых в него кабелей. Дополнительно в обязательном порядке учитываются применяемые в проекте способы крепления силовых и информационных розеток. Данные по типовой емкости наиболее популярных в практике реализации СКС коробов различного поперечного сечения при номинальном (то есть 80-процентном) наполнении и методах крепления розеток «на короб» и «рядом с коробом» приводятся в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Номинальная емкость декоративных коробов наиболее популярных размеров

Размер короба, мм	40×16	60×16	75×20	100×50
Количество 4-парных кабелей UTP категорий 5 и 5е	12	16	24	80

Примечание. В случае применения плотной индивидуальной укладки отдельных кабелей их количество в коробе может быть увеличено примерно на 20%.

Как уже было отмечено выше, в случае совместной прокладки в одном декоративном коробе информационных и силовых кабелей под последние в обязательном порядке выделяется отдельная секция. Для расчета габаритов этой секции необходимо использовать информацию о принципах электропитания различных сетевых приборов и уровне потребляемой ими мощности. Некоторые обобщенные данные по габаритам и погонной массе силовых кабелей с двойной изоляцией, используемых в процессе реализации проектов построения информационно-вычислительных систем, приведены в табл. 5.2 и 5.3 (усреднение осуществлялось по продукции пяти различных производителей этого вида кабельных изделий). При прокладке в одном коробе кабелей различного функционального назначения количество информационных кабелей (табл. 5.2) соответствующим образом

уменьшается исходя из площади поперечного сечения секций, выделенной для их прокладки, а номинальное количество этих кабелей определяется расчетным путем в соответствии с положениями раздела 3.5.2.

Таблица 5.2. Типовые массогабаритные и механические характеристики различных типов 4-парных горизонтальных кабелей

Тип кабеля	UTP		STP	S/UTP	S/UTP	S/STP
	Кат. 5е	Кат. 6		Пленочный экран	Комбинированный общий экран	Комбинированный общий экран
Масса, кг/км	30–33	34–37	42	49	65–85	82–88
Внешний диаметр, мм	4,9	5,2	5,4	6,2	7,6	8,0
Радиус изгиба, мм	30–35			35–40	40–45	

Таблица 5.3. Массогабаритные показатели силовых кабелей

S, мм ²	1 жилو		2 жилы		3 жилы		4 жилы		5 жил	
	Ø, мм	Масса, кг/м	Ø, мм	Масса, кг/м	Ø, мм	Масса, кг/м	Ø, мм	Масса, кг/м	Ø, мм	Масса, кг/м
1,5	6,0	0,045	9,0	0,120	9,5	0,135	10,5	0,167	11,2	0,190
2,5	6,5	0,058	10,2	0,155	10,8	0,182	11,8	0,227	12,8	0,260
4	7,13	0,783	12,5	0,235	12,7	0,230	14,2	0,325	15,0	0,360
6	7,7	0,105	13,7	0,282	14,2	0,310	15,5	0,434	16,5	0,490

Принцип расчетного определения максимальной емкости короба распространяется также на те случаи, когда розеточные модули различных типов и их монтажные аксессуары полностью или частично входят в рабочем положении в короб, перекрывая его просвет. В этой ситуации сначала определяется эффективная площадь поперечного сечения с учетом выбранного способа крепления розеток, а затем вычисляется емкость для конкретного типа кабелей. Ведущие компании, специализирующиеся на производстве коробов, в том числе Panduit, Legrand, Thorsman и другие, указывают в технических данных своих изделий «чистую» площадь поперечного сечения отдельных секций, чем упрощают проведение расчетов.

5.1.3. Методы прокладки коробов и расчет их количества

Точный расчет количества декоративных коробов и их аксессуаров (различных углов, заглушек и т.д.), необходимых для реализации конкретного проекта, возможен только в процессе рабочего проектирования. Это обусловлено тем, что данная процедура сопряжена с необходимостью выполнения скрупулезных подсчетов (производимых обычно в табличной форме) с учетом многочисленных индивидуальных архитектурных особенностей технических и рабочих помещений. На ранних этапах выполнения проектных работ осуществление подобных подсчетов невозможно и нерационально с точки зрения расхода рабочего времени

проектировщика и менеджера. Поэтому на этапе разработки технических предложений проводят оценочный расчет. В его основу положено использование статистических закономерностей больших проектов и априорных данных, накопленных в процессе реализации структурированных кабельных проводок в офисных зданиях различных типов.

Основная масса декоративных коробов, как показывает опыт реализации проектов, монтируется в рабочих помещениях пользователей. Применение декоративных коробов в коридорах обычно нецелесообразно, в первую очередь из-за их значительной стоимости и относительно небольшой емкости по сравнению с лотками. Данный вид монтажного оборудования устанавливают в коридорах только в случае отсутствия фальшпотолков, когда на первый план выдвигаются эстетические показатели решения. Во всех прочих ситуациях выбор обычно производится в пользу лотков, поддерживающих крюков, траверсов или иных аналогичных конструкций, размещаемых за фальшпотолком.

Рабочее помещение современного офисного здания в случае его реализации по типичной для нашей страны коридорной системе имеет размеры, близкие к 3×6 м при высоте 2,7 м. Наиболее распространенным способом прокладки коробов является их установка с обеих сторон помещения вдоль длинных стен. Высота монтажа горизонтального участка короба от пола составляет примерно 0,7 м. Для ввода кабелей из-за фальшпотолка или из коридора организуются два спуска. В результате на каждой глухой стене помещения при такой схеме устанавливается по одному накладному кабельному каналу (коробу), имеющему в плане Г-образную форму. Таким образом, в типовом рабочем помещении будет $2 \times (6 + 2) = 16$ м короба. В помещении указанного выше размера обычно организуется четыре рабочих места, следовательно, на одну ИР приходится 4 метра короба независимо от размеров его поперечного сечения.

Дадим оценку величины технологического запаса длины короба, расходуемого в процессе реализации кабельной проводки в рабочих помещениях пользователей. В процессе установки для получения высоких эстетических показателей офисного помещения минимизируется количество стыков отдельных секций коробов. В свою очередь это означает, что при стандартных 2-метровых секциях среднее значение длины короба, уходящего в отходы из-за неизбежных местных особенностей помещений, составит 0,5 м. При расходе короба на двух пользователей в 8 м, что было обосновано выше, это соответствует коэффициенту запаса $k_k = 1,063$.

На практике в случае однотипных рабочих помещений относительно небольшой площади, характерных для коридорной системы планировки зданий, иногда применяется схема прокладки кабельных каналов, которую можно условно называть схемой с одним вводом. Суть этого приема состоит в том, что кабельные короба Г-образной формы устанавливаются только на одной стене, на второй противоположной глухой стене присутствует только горизонтальный отрезок такого короба. Ввод кабелей в этот короб осуществляется через отверстие в стене и Г-образный короб из соседнего помещения. Достоинством данного решения является несколько меньший расход короба (на 2 м меньше на каждое помещение,

то есть на 0,5 м, или 20%, – на одно рабочее место). Главный недостаток состоит в необходимости выполнения в стене, разделяющей два соседних помещения, сквозного отверстия достаточно большого диаметра и соответствующей его подготовки для прокладки кабелей.

5.1.4. Расчет количества аксессуаров

5.1.4.1. Стандартные комплектующие изделия

Точный расчет количества различных комплектующих изделий декоративных коробов, монтируемых в рабочих помещениях для размещения пользователей, возможен только в процессе рабочего проектирования. Во время разработки технических предложений для оценки величины их расхода привлекаются статистические закономерности. Статистика потребления аксессуаров для широко распространенных в нашей стране коробов производства фирмы Legrand представлена в табл. 5.4, в которой приводятся усредненные данные по расходу аксессуаров различных видов для мини-коробов сечением от 40×16 мм до 75×20 мм, наиболее популярных, как показывает опыт реализации проектов, в процессе создания СКС.

Таблица 5.4. Средний удельный расход аксессуаров основных типов декоративных коробов различного сечения, штук/100 м (по данным компании АйТи)

Наименование	40×16	60×16	75×20	Расчетные значения
Угол плоский	6,58	5,95	6,05	6
Угол внутренний	6,47	6,00	5,83	6
Угол внешний	3,08	2,34	2,56	2,5
Соединительная деталь	6,26	6,53	5,83	6
Заглушка	6,89	7,60	6,64	7

В процессе проведения оценочных расчетов на этапе формирования технического предложения из-за практически равного количества потребляемых компонентов для коробов с различным поперечным сечением принимаются одинаковые значения расхода аксессуаров.

Интересно отметить, что приведенные в табл. 5.4 значения с достаточно высокой точностью подтверждают широко применяемое на практике эмпирическое правило: «два внутренних уголка расходуются на один внешний». Его интуитивно понятным обоснованием на уровне бытовой логики является то соображение, что один внешний угол при необходимости его применения в помещении практически всегда сопряжен с двумя внутренними. Фактически получаемая разница не в два, а в 2,4 раза объясняется тем, что в зданиях современной постройки выступов, которые требуют применения внешнего уголка, в помещении для установки короба часто может просто не быть.

5.1.4.2. Разделительная стенка и крышка коробов больших размеров

В коробах большого поперечного сечения (габаритные размеры порядка 50×100 мм и более) крышка отдельных секций и перегородка, используемые для разделения силовых и информационных кабелей, являются самостоятельными каталожными позициями и заказываются отдельно. Особенности монтажа накладных кабельных каналов таких размеров и их аксессуаров приводят к тому, что расход указанных компонентов в типовом проекте отличается от величины расхода основания в сторону уменьшения и обосновывается отдельно.

Расчетная схема для определения расхода перегородки приведена на рис. 5.1. При расчете учитывается тот факт, что данный компонент не устанавливается:

- в угловой части короба в месте перехода от горизонтального участка к вертикальному, то есть в области установки плоского угла (в коробах большого поперечного сечения этот элемент имеет штатные встроенные разделители, наличие которых облегчает соблюдение заданного радиуса изгиба кабелей);
- в концевой части короба, так как там кабели отсутствуют;
- в местах установки информационных и силовых розеток, так как в этой части короба разделение кабелей производится корпусами розеточных модулей и коробками подрозетников.

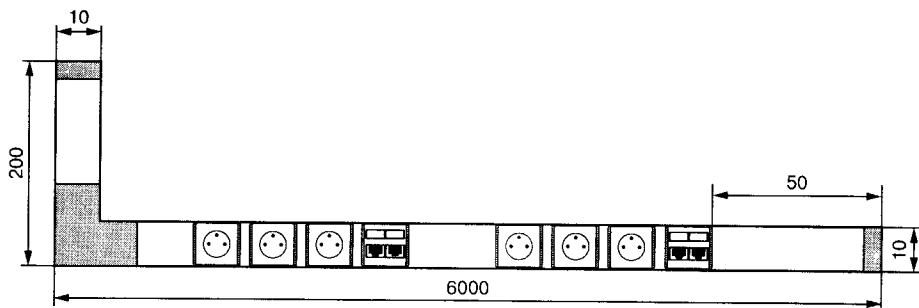


Рис. 5.1. Схема для расчета расхода перегородки в коробах большого сечения

Между отдельными адаптерами для розеточных модулей и корпусами розеток для непосредственной установки на основание короба следует устанавливать дополнительную разделительную крышку или накладку шириной около 1 см. Без наличия такого разделителя становится проблематичным обеспечение необходимой для нормальной эксплуатации прочности крепления. Для конкретизации дальнейших расчетов примем, что розеточный блок на рабочем месте включает в себя три силовые розетки и одну однополюсную ИР с двумя розеточными модулями (достаточно часто встречающаяся в практике реализации проектов компании АйТи конфигурация рабочего места по состоянию на середину 2002 года).

В этом случае перегородка в местах установки информационных и силовых розеток, обслуживающих одно рабочее место, будет отсутствовать на следующей длине:

$$(6 \times 4 + 1 \times 3) = 27 \text{ см.}$$

Общая длина отсутствия перегородки в коробе с учетом изложенного выше составит:

$$27 \times 2 + 50 + 10 = 114 \text{ см.}$$

Отсюда имеем коэффициент, связывающий расход короба и перегородки:

$$(800 - 114) / 800 = 0,86.$$

Аналогичное соотношение при выполнении отмеченных выше предположений может быть записано также для крышки, которая закрывает отдельные секции коробов большого поперечного сечения. Крышка короба основной массы производителей этого вида оборудования не монтируется:

- в угловой части короба в месте перехода от горизонтального участка к вертикальному, то есть в области установки плоского угла, который имеет собственную штатную крышку;
- в области установки корпусов силовых и информационных розеток.

В случае применения расчетной схемы, приведенной на рис. 5.1, общая протяженность участка секции, на котором осуществляется установка информационных и силовых розеток и на котором отсутствует крышка, составит:

$$6 \times 4 + 10 = 34 \text{ см.}$$

Отсюда получаем, что коэффициент, связывающий расход основания короба и его крышки, будет равен:

$$(800 - 34) / 800 = 0,96.$$

Соотношения, приведенные в этом разделе, могут быть использованы также для планирования складских запасов оборудования СКС.

5.2. Монтажные конструктивы

5.2.1. Определение максимальной высоты монтажного конструктива

Сначала рассмотрим ограничения на установочные габариты шкафа, которые прямо вытекают из требований, предъявляемых действующими нормативно-техническими документами к техническим помещениям СКС. Согласно архитектурным требованиям, выдвигаемым стандартом TIA/EIA-569-A в отношении аппаратных и кроссовых, минимальная высота этих технических помещений составляет 2,5 м. По данным раздела 3.2.6 зазор между капитальным или подвесным потолком и крышкой шкафа должен быть не менее 150 мм. В процессе установки монтажного

конструктива вне зависимости от его конструкции (разборный или неразборный) шкаф поднимается в вертикальное рабочее положение кантованием через одну из кромок основания. Из элементарных геометрических соотношений ясно, что эта операция возможна только в случае выполнения следующего неравенства:

$$b^2 + (H - 150)^2 < H^2 \quad (5.1)$$

где b – минимальный размер габаритов основания;

H – высота технического помещения, причем все числовые значения в этом соотношении задаются в мм.

В результате решения неравенства 5.1 получаем, что при $H = 2500$ мм параметр b не должен превышать 852 мм. Далее в разделе 5.2.4 будет показано, что в помещениях кроссовых использование напольных монтажных конструктивов с габаритами основания в плане свыше 800×800 мм является маловероятным. Таким образом, в типовой СКС должны применяться напольные шкафы общей высотой не более: $2500 - 150 = 2350$ мм.

Крышка монтажного шкафа часто используется для установки вытяжного вентилятора, то есть имеет достаточно большую высоту. Если принять величину этого параметра равной 100 мм, то максимальная высота, доступная для установки приборов различного назначения, составит 2200 мм. Указанное значение с определенным запасом соответствует максимальной высоте монтажа необслуживаемого оборудования, которое согласно разделу 3.2.6 не должно превышать 2400 мм от уровня пола.

Высота монтажного конструктива, применяемого при построении структурированных кабельных систем, принято измерять в условных единицах, юнитах – U (Unit). 1 U в соответствии со стандартом ISO/IEC-297-1 равен 1.75 дюйма (44,45 мм).

Минимальная высота установки монтажных рельсов может быть принята равной минимальной высоте установки розеток в рабочих помещениях пользователей и согласно данным, приведенным в разделе 3.10.2, составит в этом случае 225 мм. Данное значение хорошо коррелируется с практикой реализации монтажных шкафов, в конструкции которых часто применяются цоколи высотой 200 мм – см., например, каталоги [106, 107].

Таким образом, общая максимальная длина монтажных рельсов при выполнении перечисленных выше условий составит: $2250 - 225 = 2025$ мм, или около 45 U. Данное положение достаточно точно выдерживается на практике, и специализированные металлообрабатывающие промышленные предприятия, за единичными исключениями (см., например, [108]), серийно не выпускают монтажный конструктив высотой свыше 42 U.

Применение монтажных конструктивов большей высоты технически потенциально вполне возможно, однако, должно в обязательном порядке контролироваться на реализуемость с учетом высоты данного конкретного технического помещения для его установки.

5.2.2. Принципы размещения оборудования при организации коммутационного поля

Стандарты и прочие нормативно-технические документы общего характера не содержат каких-либо указаний по размещению и взаимному расположению сетевого оборудования и оборудования СКС при его установке в техническом помещении (в монтажном конструктиве или на стене). Решение этого вопроса целиком и полностью оставляется на усмотрение проектировщика, который обязан учитывать в своей деятельности рекомендации производителя СКС и не противоречащие им пожелания заказчика.

В дальнейшем будем рассматривать в основном случай установки оборудования в монтажном конструктиве типа шкафа, открытой стойки или настенной рамы, который является наиболее употребительным в практике реализации СКС в нашей стране. Отметим также, что в разделе 5.2.3 отмечено, что в КЭ, построенной в соответствии с требованиями стандартов, устанавливается не более двух монтажных конструктивов. Данное обстоятельство учитывается при дальнейшем анализе.

Ниже приведены и обоснованы предложения по правилам и принципам размещения различных видов сетевых приборов и оборудования СКС в монтажных конструктивах. Они могут быть использованы в процессе проектирования при отсутствии ограничений, записанных в ТЗ на разрабатываемую систему.

5.2.2.1. Размещение оборудования в одном монтажном конструктиве

В самую нижнюю часть конструктива устанавливается тяжелое оборудование типа ИБП, пространство над ним отводится для активного оборудования ЛВС различного назначения (см. рис. 5.2). Сразу же над этим оборудованием располагаются панели отображения его портов в случае использования схемы соединения типа cross-connect. Затем следуют панели горизонтальной подсистемы, над которыми размещаются панели отображения портов телефонной станции. Самую верхнюю часть конструктива занимает оптическая полка с заведенными в нее волоконно-оптическими кабелями магистральных подсистем. Применение подобного подхода имеет под собой следующие логические основания:

- наиболее тяжелое оборудование с большими габаритами по глубине сосредотачивается в нижней части конструктива, что обеспечивает ему дополнительную устойчивость;
- в наиболее неудобной для работы нижней части шкафа или стойки, непосредственно примыкающей к его основанию, располагается оборудование, эксплуатация которого требует минимального количества операций переключения, чтения показаний индикаторов и выполнения других аналогичных операций¹;

¹ При использовании данного принципа размещения активное сетевое оборудование ЛВС располагается ниже высоты 1,6 м (см. раздел 3.2.6). Однако это не является критичным в связи с широким распространением в практике построения ЛВС продуктов типа HP Open View и аналогичных ему, предназначенных для дистанционного мониторинга и управления активных устройств. В этой ситуации все необходимые настройки и проверки выполняются программно с рабочей станции сетевого администратора.

- размещение рядом друг с другом оборудования ЛВС и панелей отображения их портов по схеме коммутационного соединения (cross-connect) минимизирует длину монтажных шнуров;
- расположение панелей горизонтальной подсистемы между сетевым оборудованием (по схеме interconnect) или панелями отображения его портов (cross-connect) и панелями отображения портов УПАТС обеспечивает, во-первых, минимизацию длины наиболее употребительных в процессе подключения шнуров и, во-вторых, дает возможность введения достаточно удобного во время текущей эксплуатации правила: «Компьютерные и телефонные шнуры идут в разные стороны»;
- самое верхнее и дальнее положение в конструктиве относительно наиболее часто используемого на практике места ввода кабелей через цокольную часть занимает оптическая полка, операции по коммутации портов на которой выполняются достаточно редко;
- панели магистрали категории 3, на которые осуществляется отображение портов телефонной станции, располагаются над коммутационными панелями горизонтальной подсистемы. Некоторое увеличение длины магистральных кабелей, обеспечивающих подключение соответствующего розеточного модуля ИР к телефонной станции, для них совершенно не критично. Это обусловлено значительно большей допустимой длиной каналов приложений класса А по сравнению с линиями горизонтальной подсистемы. С другой стороны, такой прием несколько снижает длину горизонтальных кабелей и обеспечивает дополнительное увеличение помехоустойчивости в случае передачи сигналов высокоскоростных приложений ЛВС.

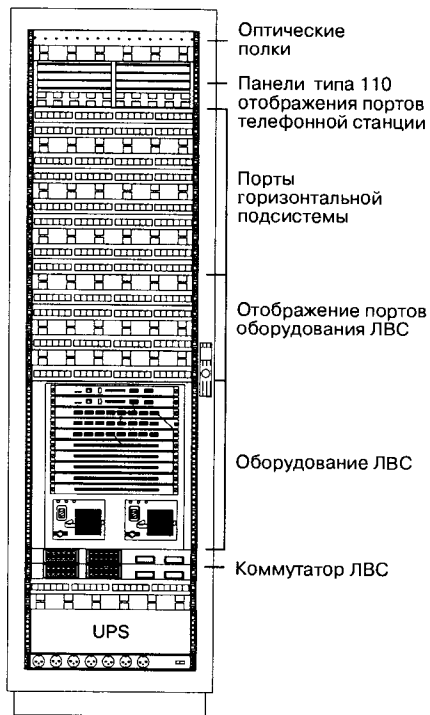


Рис. 5.2. Схема размещения оборудования СКС и ЛВС в одном монтажном конструктиве

Компания Molex при построении СКС Molex PN рекомендует размещать активное сетевое оборудование ЛВС в верхней части шкафа непосредственно под оптической полкой подсистемы внутренних магистралей. Обоснованием данного подхода служит возможность минимизации длины оптического коммутационного шнура, который соединяет порты полки с разъемами up-link-модулей коммутатора или концентратора.

5.2.2.2. Размещение оборудования в двух монтажных конструктивах

Принципы размещения оборудования в двух монтажных конструктивах в основном повторяют решения, используемые при монтаже в одном конструктиве. Отсутствие общепризнанных стандартов или просто нормативно-технических документов на правила распределения отдельных видов сетевого оборудования и оборудования СКС приводят к тому, что на практике такое распределение выполняется проектировщиком по собственному усмотрению с учетом требований ТЗ, местных условий конкретного проекта и пожеланий заказчика. Всю совокупность возможных вариантов размещения оборудования можно разбить на две большие группы (рис. 5.3а и 5.3б).

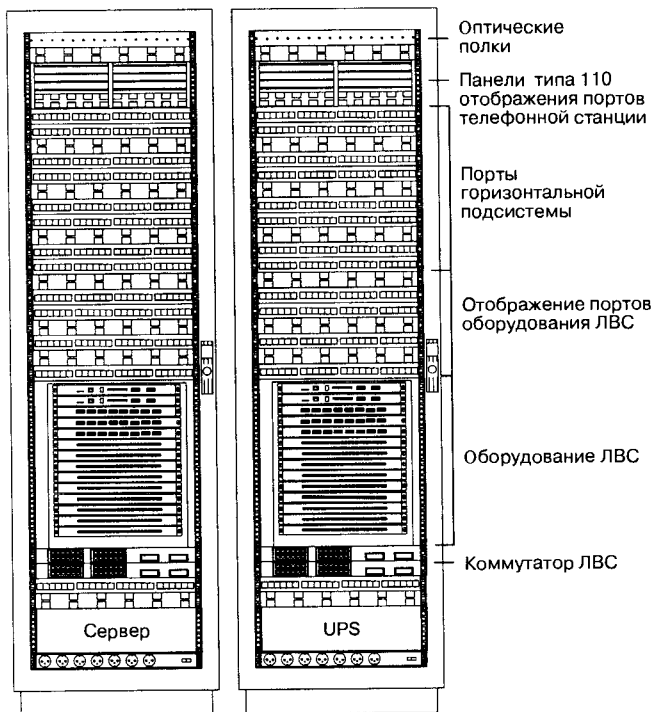


Рис. 5.3а. Основная схема размещения оборудования СКС и ЛВС в двух монтажных конструктивах

Первая схема монтажа (рис. 5.3а), которую в дальнейшем будем называть основной, сохраняет все главные признаки размещения оборудования в одном конструктиве, которое устанавливается симметрично в двух конструктивах рядом друг с другом.

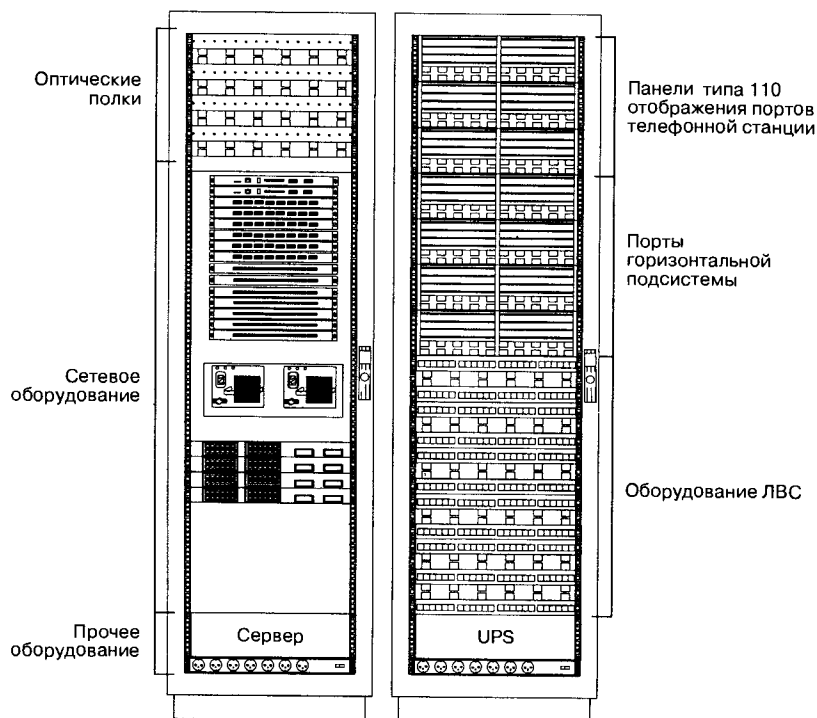


Рис. 5.36. Альтернативная схема размещения оборудования СКС и ЛВС в двух монтажных конструктивах

Основной предпосылкой применения второй схемы (рис. 5.36), которую можно назвать альтернативной, является то, что плотность розеточных частей разъемов коммутационного оборудования горизонтальной подсистемы в случае применения схемы interconnect примерно соответствует плотности портов обслуживаемого ею активного оборудования ЛВС (по 24 обслуживаемых рабочих места на 3 U высоты, см. табл. 5.5). Высота, занимаемая в монтажном конструктиве панелями типа 110 и оптическими полками подсистемы внутренних магистралей, является также примерно одинаковой, поэтому указанные объекты размещают рядом друг с другом в разных шкафах. При этом оптические полки и оборудование ЛВС монтируют в одном конструктиве, так как к разъемам оптических полок подключаются up-link-порты активного оборудования.

Характерной особенностью альтернативной схемы размещения оборудования в двух монтажных конструктивах является то, что мнемоническое правило задания направления укладки коммутационных шнуров формируется в данном случае в следующем виде: «Компьютерные шнуры идут вбок (вправо), а телефонные – вверх».

Таблица 5.5. К расчету емкости напольных монтажных конструктивов для КЭ (случай 2-портовых ИР)

Секция или оборудование	Коммутационное соединение (cross-connect)	Коммутационное подключение (interconnect)	Примечание
Секция горизонтальных кабелей	3 U на 24 рабочих места	3 U на 24 рабочих места	2 × 24 + 1 U на организатор (2 порта на рабочее место)
Активное оборудование ЛВС уровня рабочей группы	3 U на 24 рабочих места	3 U на 24 рабочих места	2 × 12 + 1 U на организатор
Отображение портов сетевого оборудования ЛВС	3 U на 48 рабочих мест	–	2 × 24 + 1 U на организатор (2 порта на рабочее место)
Магистраль категории 3	3 U на 96 рабочих мест	3 U на 96 рабочих мест	Два 100-парных блока + 1 U на организатор
Оптическая панель внутренней магистральной	2 U	2 U	Полка + организатор (см. раздел 4.6.3.2)
Источник бесперебойного питания	3 U	3 U	Занимает самое нижнее положение в конструктиве
Этажный коммутатор ЛВС или локальный сервер	1 U	1 U	Располагается в нижней части шкафа
Вентиляторная полка	1 U	1 U	Располагается, как правило, над или под коммутатором или сервером
Расчетные соотношения	$H = \frac{11}{32}N + 7$ [U]	$H = \frac{9}{32}N + 7$ [U]	N – количество 2-портовых рабочих мест
	$N_{\max} = 2,91(H - 7)$	$N_{\max} = 3,55(H - 7)$	

Примечание. Обоснование выбора высоты горизонтального организатора в 1 U выполнено в разделе 5.3.1.

Отметим еще одно обстоятельство, которое необходимо всегда учитывать при принятии решения о выборе альтернативной схемы размещения оборудования. На основании расчетных соотношений, приведенных в табл. 5.5, можно легко показать, что суммарная высота панелей функциональной секции горизонтальных кабелей и магистрали категории 3, монтируемых в одном конструктиве, составляет $5/32N$ юнитов. В больших СКС с числом рабочих мест свыше 200, обслуживаемых из одного технического помещения, это может вызвать определенные неудобства в процессе эксплуатации. Например, при $N = 256$ общая высота коммутационного поля равна 40 U, и при высоте цокольной части 42-юнитового

шкафа равной 200 мм с учетом установки организатора нижняя панель располагается на высоте $200 + 3 \times 44,5 = 334$ мм, что заметно затрудняет процесс переключения шнуров и чтения маркировки.

5.2.3. Оценка требуемой высоты монтажного конструктива

5.2.3.1. Напольные конструктивы

Для оценки высоты 19-дюймового монтажного конструктива, применяемого для реализации конкретного проекта, используются данные по габаритам и количеству портов типичных по состоянию на середину 2001 года сетевых приборов ЛВС и оборудования СКС, приведенные в табл. 5.5. Дополнительно учитываются правила построения коммутационного поля, изложенные в разделах 4.6.3 и 4.6.6

При выполнении расчетов учитывалось то очевидное обстоятельство, что количество розеточных модулей на панелях горизонтальной подсистемы СКС должно быть, по крайней мере, вдвое больше суммарного числа портов секции ЛВС и телефонной станции. Расчеты, результаты которых представлены в табл. 5.5, соответствуют случаю ИР рабочего места с двумя розеточными модулями для оконцевания кабелей из витых пар, так как именно в такой конфигурации выполняется подавляющее большинство кабельных систем по состоянию на середину 2001 года.

Анализ данных, приведенных в табл. 5.5, показывает, что наиболее популярные на практике монтажные шкафы высотой 42 U при их одиночном использовании и установке всего оборудования КЭ в этом конструктиве позволяют обслуживать до 102–124 рабочих мест (точные значения могут в определенных пределах варьироваться в зависимости от состава оборудования, устанавливаемого в монтажном конструктиве). Конкретное максимальное значение определяется выбранной схемой организации коммутационного поля.

Анализ данных табл. 5.6 и расчетов, результаты которых приведены на рис. 5.4, показывает также, что применение схемы коммутационного подключения (interconnect) обеспечивает выигрыш в эффективности использования емкости монтажного конструктива примерно на 20%. Данное преимущество достигается ценой некоторого уменьшения удобства эксплуатации из-за необходимости применения коммутационных шнуров большей длины.

Таблица 5.6. Максимальное количество рабочих мест, обслуживаемых при различном количестве монтажных конструктивов высотой 42 U

Наименование	Коммутационное подключение (interconnect)	Коммутационное соединение (cross-connect)	Фактические значения (interconnect/cross-connect)
Расчетное соотношение	$N_{\max} = 3,55(H - 7)$	$N_{\max} = 2,91(H - 7)$	—
1 конструктив	124	102	120/96
2 конструктива	273	224	264/216

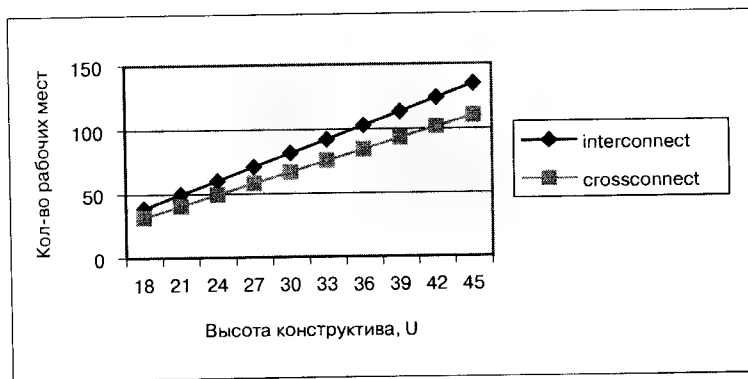


Рис. 5.4. Зависимость максимального количества обслуживаемых рабочих мест от высоты одиночного напольного 19-дюймового конструктива для различных схем организации коммутационного поля

В тех ситуациях, когда коммутационное оборудование в техническом помещении обслуживает более 120–124 рабочих мест, наиболее целесообразным решением с точки зрения монтажа и последующего эксплуатационного обслуживания является установка в кроссовой нескольких монтажных шкафов. Какие-либо нормативные правила распределения отдельных рабочих мест по конструктивам не известны за исключением требования непрерывности отдельных функциональных секций коммутационного поля (запрета разбиения их на несколько не связанных между собой групп). На основании этого такие конфигурации в процессе расчета емкости можно рассматривать как один монтажный шкаф произвольной высоты с последующим разбиением на отдельные конструктивы с учетом положений разделов 5.2.1 и 3.2.6.

В соответствии с положениями международного стандарта ISO/IEC 11801 любая кроссовая СКС типового проекта может обслуживать не более 1000 м² рабочей площади здания. При выделении на одно рабочее место 4–6 м² рабочей площади это соответствует 250–167 рабочим местам на одну кроссовую. Сравнение этого значения с данными табл. 5.6 показывает, что количество монтажных конструктивов наиболее популярной на практике высотой 42 U, установленных в технических помещениях нижнего уровня, не превысит двух при условии применения для организации коммутационного поля схемы interconnect. При использовании схемы cross-connect и числе обслуживаемых рабочих мест свыше 220 необходимо устанавливать три монтажных конструктива или увеличивать высоту отдельного конструктива до 45 U и даже более. Данное утверждение справедливо, если выполнены условия проводимых выше расчетов, то есть в тех ситуациях, когда в этих конструктивах монтируется только оборудование СКС и ЛВС, причем состав оборудования, схема организации соединений и плотности портов соответствуют данным, приведенным в табл. 5.5.

На практике количество конструктивов высотой 42 U в типовом техническом помещении иногда увеличивается до трех даже в случае использования схемы

interconnect. В данной ситуации два конструктива чаще всего используются для размещения оборудования СКС и приборов ЛВС типа концентраторов и коммутаторов рабочих групп, непосредственно взаимодействующих с рабочими станциями пользователей. Третий конструктив в такой конфигурации предназначается для установки телефонной станции, серверов в стоечном исполнении, каркаса модемного пула и другого аналогичного активного сетевого оборудования.

По состоянию на середину 2001 года среднее количество обслуживаемых рабочих мест в сертифицированных проектах кабельных систем на территории нашей страны и государствах ближнего зарубежья составляет 96 (по данным компании АйТи). По расчетам, проведенным в соответствии с формулами табл. 5.5, это соответствует необходимой высоте монтажного конструктива 34 U или 40 U в зависимости от выбранной схемы организации коммутационного поля, что очень близко к максимально допустимой высоте конструктива в техническом помещении. С учетом перспектив развития СКС в плане увеличения количества обслуживаемых рабочих мест, а также замены и модернизации активного оборудования, обычно закладываемых в проект, следует ожидать наибольшей популярности использования в условиях типового проекта монтажных конструктивов максимальной высоты. Данное положение полностью соответствует практике реализации кабельных систем. Для его иллюстрации на рис. 5.5 приведен график, показывающий для реальных проектов зависимость объемов потребления монтажных конструктивов от их высоты.

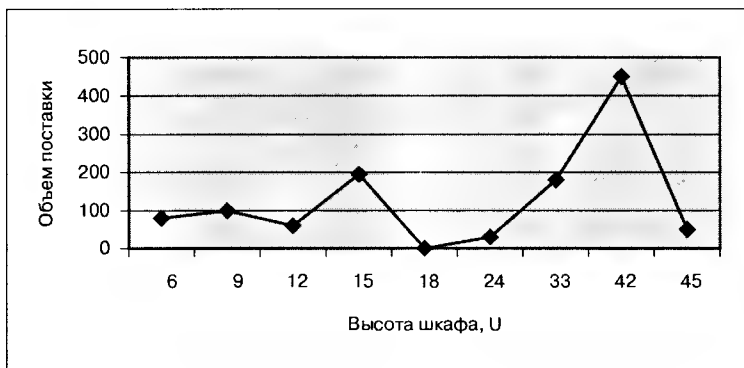


Рис. 5.5. Зависимость фактических объемов применения монтажных шкафов от высоты в процессе реализации СКС (по данным компании АйТи)

5.2.3.2. Настенные конструктивы

Принципы, положенные в основу оценки высоты напольного монтажного конструктива, можно без каких-либо существенных изменений и оговорок использовать также в отношении настенных вариантов устройств для размещения оборудования СКС и сетевых приборов различного назначения. Основными

особенностями применения настенных монтажных шкафов в процессе реализации СКС, которые учитываются при расчетах габаритов, являются:

- организация коммутационного поля в подавляющем большинстве случаев по схеме коммутационного подключения (interconnect);
- малая вероятность применения сложных высокопроизводительных активных сетевых устройств с большим энергопотреблением;
- отказ от установки мощного источника бесперебойного питания, что определяется малой несущей способностью настенных конструктивов.

По аналогии с разделом 5.2.3.1 с учетом перечисленных выше особенностей в табл. 5.7 сведена информация по габаритам и количеству портов оборудования СКС и активных сетевых приборов, монтируемых в настенных конструктивах. Все расчеты проводятся для случая использования на рабочих местах ИР с двумя розеточными модулями.

Таблица 5.7. К расчету емкости настенных монтажных конструктивов

Наименование секции	Требуемая высота	Примечание
Секция горизонтальных кабелей	3 U на 48 портов	2 × 24 + 1 U на организатор
Концентраторы (коммутаторы) ЛВС	3 U на 24 порта	2 × 12 + 1 U на организатор
Могистроль категории 3	2 U на 48 портов	Два 50-парных блока + организатор
Оптическая панель внутренней магистрии	2 U	Полко + организатор
Расчетные соотношения	$H = \frac{14}{48}N + 2$	N – количество 2-портовых рабочих мест
	$N_{\text{max}} = 3,43(H - 2)$	

5.2.4. Выбор ширины и глубины закрытого напольного монтажного конструктива

Согласно международному стандарту IEC-297-1 и его отечественному аналогу ГОСТ 28601.2-90 [109] закрытый монтажный конструктив выполняется в форме шкафа и может иметь глубину 600, 700, 800 и 900 мм. Для ширины нормируются те же значения с добавлением еще одного размера – 1000 мм. Практика реализации проектов показывает наибольшую популярность использования значений 600 и 800 мм. В процессе проектирования оборудования СКС, устанавливаемого в технических помещениях или их аналогах, наряду с определением высоты монтажного конструктива решается также задача выбора ширины и высоты этого вида оборудования.

5.2.4.1. Выбор ширины конструктива

Практика реализации СКС показывает наибольшую популярность ввода пучка кабелей со стороны цокольной части напольного шкафа (через нижние вводные отверстия настенного шкафа). Поэтому расчет ширины закрытого монтажного конструктива выполняется на основании использования именно такой схемы прокладки линейных кабелей.

После ввода в цокольную часть конструктива основной массы известных на рынке конструкций пучок кабелей делится на два одинаковых или очень близких по размерам жгута, каждый из которых доводится по цоколю до передних монтажных рельсов и поднимается по ним до области установки коммутационных панелей. В зоне расположения панелей от жгута отходят отдельные кабели, которые затем напрямую или с использованием штатного организатора панели подаются к оконцевателям розеточных частей разъемов.

Согласно принципам монтажа, описанным в разделе 5.2.2, сетевое оборудование размещается в нижней части шкафа. Из-за значительной глубины современных активных сетевых устройств (типичное значение порядка 400 мм и более) в районе их расположения в шкафу образуется полость, через которую должен проходить кабельный жгут. При этом жгут кабелей не должен мешать установке и демонтажу активных сетевых приборов, а также не закрывать оконцеватели крайних розеток панелей СКС.

В достаточно популярных в практике реализации СКС напольных конструктивах разборной конструкции из-за их относительно небольшой жесткости без смонтированного оборудования на каркас в обязательном порядке устанавливается штатная усиливающая поперечина. Данный элемент представляет собой металлическую пластинку высотой 2–3 U с ребрами жесткости (обычно в виде отбортовки), которая крепится на болтах между передней и задней парами монтажных рельсов примерно посередине высоты рабочего поля шкафа. Из данных табл. 5.5 следует, что в случае выполнения правил раздела 5.2.2 сетевое оборудование различного назначения занимает в нижней части шкафа $5 + \frac{3}{24}N$ юнитов

высоты (N — количество обслуживаемых рабочих мест) при общей высоте шкафа в юнитах $7 + \frac{11}{32}N$ (схема cross-connect) или $7 + \frac{9}{32}N$ (схема interconnect).

Данная высота соответствует примерно 42–47% высоты нижней части рабочего поля шкафа независимо от его емкости. В результате высоты установки верхнего сетевого прибора и усиливающей поперечины примерно совпадают, и в средней части шкафа образуется узкая полость (рис. 5.6), существенно затрудняющая как укладку жгутов линейных кабелей СКС, так и монтаж сетевого оборудования. Ответвления кабеля из жгута на панели, приводящие к уменьшению его диаметра, начинаются только после того, как он пройдет эту полость.

Жгут формируется из достаточно большого количества отдельных кабелей. При подъеме вдоль монтажного рельса под воздействием фиксирующих стяжек жгут в поперечном сечении приобретает форму, близкую к окружности. Диаметр жгута, прокладываемого вдоль монтажного рельса мимо сетевого оборудования, для напольного шкафа с учетом положений разделов 3.7.3 и 4.5.3 при типичной 2-портовой ИР вычисляется как

$$D = \sqrt{\frac{4N}{\pi k_i}} (s_1 + 3 + 0,3) \quad (5.2)$$

где N – количество обслуживаемых рабочих мест;

s_1 – площадь поперечного сечения горизонтального кабеля в мм;

$k_i = 0,68$ – коэффициент использования площади кабелями, собранными в жгут.

В настенном монтажном шкафу трехсекционного типа, в котором пучок кабелей не делится после ввода в конструктив на две части, диаметр жгута рассчитывается по следующей формуле:

$$D = \sqrt{\frac{8N}{\pi k_i}} (s_1 + 3 + 0,3) \quad (5.3)$$

то есть при одинаковом количестве обслуживаемых рабочих мест оказывается в 1,41 раза больше.

Результаты расчетов по формулам 5.2 и 5.3 для неэкранированного горизонтального кабеля диаметром $d = 5,2$ мм (соответствует площади поперечного сечения $s_1 = 21,2$ мм²) приведены на рис. 5.7. Там же для справки показаны ограничения на максимальный диаметр жгута, которые обусловлены конструктивными особенностями разборного шкафа. Их анализ показывает, что при максимальном использовании полезной емкости напольный монтажный конструктив должен иметь ширину 800 мм. Применение конструктивов меньшей ширины высотой более 18–20 U возможно в случае прокладки кабельного жгута максимального диаметра вне зоны расположения сетевого оборудования. Основные варианты решения этой проблемы заключаются в следующем:

- ввод одного или нескольких кабельных жгутов на каждый монтажный рельс через верхнюю крышку шкафа (реализуется только при наличии системы подпотолочных лотков или иных аналогичных сооружений и соответствующего конструктивного исполнения верхней крышки шкафа);

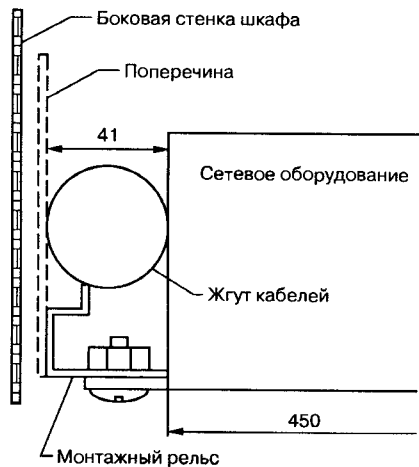


Рис. 5.6. Расположение кабельного жгута в районе размещения сетевого оборудования для шкафа разборной конструкции шириной 600 мм

- разбиение кабельного жгута на две или более составляющие меньшего диаметра, каждая из которых по мере необходимости подается в зону расположения панелей СКС с помощью соответствующих технических средств (через усиливающую поперечину, со специального вертикального внутреннего сетчатого лотка и т.д.).

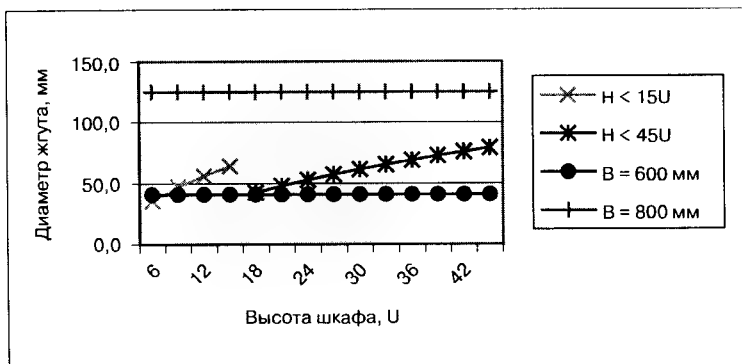


Рис. 5.7. Зависимость диаметра жгута линейных кабелей от высоты монтажного конструктива (вариант организации коммутационного поля по схеме *interconnect*)

Переход на полностью сварные неразборные конструкции с повышенной жесткостью при традиционной «нижней» схеме подвода одиночного жгута радикальным образом не меняет состояние дел. Согласно стандарту ISO/IEC-297-1 расстояние между внутренними кромками монтажных рельсов, определяющее ширину корпуса активного оборудования, составляет 451 мм. Боковая стенка шкафа изготавливается из металла толщиной около 1,5 мм. Таким образом, ширина свободного пространства в зоне установки сетевых приборов для шкафов шириной 600 мм составит $(600 - 2 \times 1,5 - 451) / 2 = 73$ мм. Данное значение даже для случая реализации кабельной системы на незранированной элементной базе на основании формулы 5.2 и данных табл. 5.5 не позволяет полностью использовать потенциальную емкость одиночного шкафа.

Из приведенного выше можно сделать следующие выводы:

- основной разновидностью напольного закрытого монтажного конструктива в случае обслуживания из данного технического помещения информационных розеток 60 и более рабочих мест, должен являться шкаф шириной 800 мм;
- использование закрытых конструктивов шириной 600 мм в КЭ существенно усложняет как монтаж кабельной системы, так и ее последующее наращивание и эксплуатацию, то есть допустимо только в случае особо жестких требований заказчика в отношении дешевизны реализуемого проекта;

- не исключается применение конструктивов шириной 600 мм в технических помещениях высшего уровня для монтажа в первую очередь активного оборудования в тех ситуациях, когда в шкаф не требуется вводить большой объем линейных кабелей.

5.2.4.2. Выбор глубины конструктива

Глубина закрытого монтажного конструктива естественным образом определяется в первую очередь глубиной монтируемого в нем оборудования и в существенно меньшей степени – требованиями к радиусу изгиба кабелей и шнуров различного назначения, подключаемых к этому оборудованию. Поэтому рассмотрим с этой точки зрения основные разновидности оборудования, устанавливаемого в монтажных конструктивах, то есть пассивные коммутационные панели СКС, активное оборудование ЛВС и серверы различного назначения.

Оборудование, на основе которого строится коммутационное поле СКС, не отличается высокими требованиями в отношении глубины закрытого монтажного конструктива. Так, панели с розетками модульных разъемов даже с установленными на них задними организаторами кабелей имеют максимальную глубину порядка 150 мм. Пожалуй, единственным исключением в этом отношении являются коммутационные оптические полки. Глубина этих изделий, выпускаемых основной массой производителей, из-за необходимости соблюдения заданного радиуса изгиба оптических кабелей и световодов составляет примерно 300 мм.

Сетевое оборудование ЛВС имеет среднюю глубину, которая составляет около 450 мм (табл. 5.8).

Современные ЛВС в подавляющей массе строятся в соответствии с архитектурой «клиент – сервер». Данное обстоятельство вызвано тем, что в сети может присутствовать большое количество самых разнообразных серверов [110]. С точки зрения аппаратных средств локальной сети сервер представляет собой компьютер, который предназначен для оказания услуг определенного класса другим компьютерам. Это приводит к тому, что серверы устанавливаются в технических помещениях различного уровня, вплоть до КЭ. Фирмы-производители этого вида оборудования выпускают его в вариантах напольной конструкции (tower) или для установки в стойку. В последнем случае подавляющее большинство младших моделей серверов имеет высоту 1 U (так называемые blade-корпуса); высота корпуса наиболее часто встречающихся на практике серверов уровня рабочей группы (workgroup) составляет примерно 4 U. Основные монтажные данные по некоторым типам серверов, достаточно широко применяемых при реализации проектов построения информационной инфраструктуры современного предприятия, приведены в табл. 5.9.

Из всего приведенного выше следует, что глубина закрытого монтажного конструктива определяется в первую очередь активным сетевым оборудованием и должна выбираться с привлечением информации о принципах построения более высоких уровней информационно-вычислительной структуры предприятия.

Таблица 5.8. Массогабаритные показатели и величины потребляемой мощности сетевого оборудования ЛВС

Марка прибора	Производитель	Тип прибора	Габаритные размеры (высота × ширина × глубина), мм	Масса, кг	Потребляемая мощность, Вт
NetStructure 480T	Intel	Маршрутизирующий коммутатор уровней 2/3/4 12 × 100/1000 + 4GBIC	85,3×445,5×485	12,44	258
NetStructure 470	Intel	Коммутатор уровня 2 6 × 100/100 + 2GBIC	43,7×444,5×367	5,0	62,3
AT-8224XL	Allied Telesyn	Коммутатор 24 × 100/10 + 2GBIC	66×440×356	5,5	100
Catalist 2950	Cisco	Коммутатор уровня рабочей группы 48 × 100/10 + 2GBIC	43,6×445×330	4,5	45
Catalist 2550-12E	Cisco	Маршрутизирующий коммутатор уровней 2/3/4 12 × 100/1000 + 4GBIC	67×445×404	7,26	65
Cojun P133G2	Avajo	Коммутатор уровня рабочей группы 24 × 100/10 + 2GBIC	88×482,5×350	5,2	50

При отсутствии подобной информации и принятии решения о закрытом стоечном варианте размещения активного оборудования наиболее целесообразным представляется:

- применение в технических помещениях нижнего уровня, ориентированных на обслуживание пользователей без установки для них выделенного сервера, монтажных конструктивов глубиной 600 мм;
- в технических помещениях среднего уровня более целесообразным является установка конструктивов глубиной 800 мм;
- в аппаратных крупных СКС на основании данных табл. 5.9 для установки серверов старшего класса (масштаба предприятия) может понадобиться применение монтажных шкафов, глубина которых превышает 800 мм и может достигать 1000–1200 мм. Данные конструктивы, классифицируемые, в частности, как серверные шкафы, дополнительно снабжаются развитой перфорацией боковых стенок и дверей, что облегчает отвод значительных объемов тепла, выделяющегося при функционировании «тяжелых» серверов.

Таблица 5.9. Массогабаритные характеристики и значения потребляемой мощности современных серверов некоторых производителей

Тип прибора	Производитель	Область применения	Габаритные размеры (высота x ширина x глубина), мм	Тип исполнения	Масса, кг	Потребляемая мощность, Вт
lp1000r	Hewlett Packard	Начальный уровень	44,5×480×585	Стойечный	14,5	203
e800	Hewlett Packard	Рабочая группа	180×420×500	Tower	16,0	256
lc2000	Hewlett Packard	Рабочая группа	460×216×692	Стойечный	26,5	460
lh3000	Hewlett Packard	Подразделение	482,6×355×749	Tower	35–50	550
lh3000r	Hewlett Packard	Подразделение	350,5×494,8×742,2	Стойечный	35–50	550
lh6000	Hewlett Packard	Предприятие	351×495×725	Tower	53–80	1165
lh6000	Hewlett Packard	Предприятие	483×355×750	Стойечный	53–80	1165
ProLiant DL320	Compaq	Начальный уровень	42,4×425×546	Стойечный	11,15	200
ProLiant DL360	Compaq	Рабочая группа	41,9×425×635	Стойечный	11,81	292
ProLiant DL580	Compaq	Подразделение	176×483×635	Стойечный	29,9	450
Sun Fire 280R	Sun Microsystems	Подразделение	176×438×692	Стойечный	34,0	560
Sun Fire V880	Sun Microsystems	Предприятие	714×480×836	Стойечный	88,1	1480
Sun Fire 3800	Sun Microsystems	Предприятие	381×450×884	Стойечный	104,1	3200
XSeries 300	IBM	Начальный уровень	43,7×439,9×653,3	Стойечный	12,9	200

5.3. Аксессуары и дополнительные компоненты 19-дюймовых монтажных конструктивов

5.3.1. Горизонтальные организаторы кабелей коммутационных шнуров

Подавляющее большинство производителей СКС вводят в состав штатного оборудования своей системы различные организаторы кабелей и шнуров. В самом общем случае эти изделия могут быть разделены на вертикальные и горизонтальные. Вертикальные кольцевые держатели кабелей коммутационных шнуров реализуются в форме отдельных колец или вертикальных конструкций с подобными кольцами, рассчитанных на установку между конструктивами или рядом с монтажным рельсом, и встречаются на практике в форме штатных компонентов несколько реже. Горизонтальные организаторы отличаются друг от друга в основном размерами колец и способами их крепления к монтажному рельсу. Эти компоненты объединяет друг с другом то, что они представляют собой несколько

колец или элементов, функционально их заменяющих, внутри которых осуществляется укладка кабелей шнуров. Иногда кольца закрываются крышками для улучшения эстетических показателей. Организаторы других типов (поддерживающие, ящичные и т.д.) какой-либо заметной популярностью на практике не пользуются и поэтому в дальнейшем не рассматриваются.

Правила применения организаторов изложены в разделе 4.6.6.

Кабельный организатор, независимо от формы его конструктивного исполнения, в процессе расчетов может рассматриваться как канал со съемной крышкой, к которому могут быть применены все положения раздела 3.5.2. Как и у остального оборудования, устанавливаемого в 19-дюймовом монтажном конструктиве, высота монтажного основания, к которому крепятся кольца, должна быть кратна 1 U. При дальнейших расчетах воспользуемся тем фактом, что элемент организатора, поддерживающий кабели шнуров, несмотря на «круглое» название (кольцо) в подавляющем большинстве известных конструкций имеет форму, близкую к прямоугольной. Высота кольца горизонтального организатора «в свету» определяется высотой пластины основания в 1-юнитовом варианте и составляет обычно 35–40 мм, увеличиваясь в два раза в организаторах удвоенной высоты. В силу этого основная задача расчета организатора, которая заключается в определении габаритов кольца или функционально аналогичного ему элемента, сводится к вычислению его глубины.

5.3.1.1. Размещение коммутационного оборудования в одном монтажном конструктиве

По аналогии с материалом, изложенным в разделе 4.7.4.1, воспользуемся понятием полупанели. Горизонтальный организатор в общем случае используется для укладки в него кабелей шнуров, находящихся на розеточных частях разъемов левой и правой полупанелей выше и ниже этого организатора. Правила укладки шнуров в организатор принимаем в том виде, в котором они изложены в разделе 4.6.6.

Примем для определенности, что входной конец шнура находится на левой полупанели. При расчете габаритов организаторов имеем три основных процесса, образующих полную группу несовместимых событий. Первый из них заключается в том, что шнур своим выходным концом подключается к полупанели, расположенной в той же колонне, что и полупанель с входным портом. Второй и третий процессы предполагают наличие выходного порта на полупанели из противоположной колонны и отличаются друг от друга тем, что на выходном конце кабель в организаторе поворачивает влево и вправо. Соединяемые порты являются равноправными, поэтому вероятность P_1 первого процесса и суммарная вероятность $(P_2 + P_3)$ второго и третьего процессов являются равными, то есть $P_1 = 0,5$ и $(P_2 + P_3) = 0,5$.

Количество кабелей шнуров в конкретно взятой точке организатора может быть рассчитано через линейную плотность портов панелей, обслуживаемых данным организатором. Для панелей стандартной конструкции с плотностью $M = 24$

порта на 1 U высоты величина этого параметра составляет $24/a$, где a – длина полупанели.

В случае первого процесса математическое ожидание количества кабелей шнуров, проходящих через точку с координатой ξ , равно:

$$G_1 = P_1 \int_{\xi}^a M dx = \frac{12}{a} (a - \xi), \quad 0 < \xi < a.$$

При нахождении приемной розетки в полупанели из другой колонны шнур может быть проложен двумя маршрутами, соответствующими введенным выше второму и третьему процессам. Обозначим координату передающего порта ξ , а приемного через ζ , причем значения ξ и ζ естественным образом отсчитываются от левого края полупанели. При таких исходных данных длина горизонтальной части кабеля коммутационного шнура составит при прокладке «левым» маршрутом

$$L_1 = a + \xi + \zeta, \quad (5.4)$$

а при использовании правого маршрута

$$L_2 = 3a - (\xi + \zeta) \quad (5.5)$$

где a – ширина полупанели, причем $0 < \zeta, \xi < a$.

Специалист, осуществляющий администрирование кабельной системы, сознательно или интуитивно стремится выбрать такой маршрут прокладки кабеля шнура, который позволил бы использовать для соединения розеточных частей разъемов шнуры минимальной длины. Это позволяет получить наибольшие запасы по помехоустойчивости и добиться максимально высоких эстетических показателей коммутационного поля. Длина той части шнура, которая в подключенном состоянии ориентирована вертикально, в обоих случаях оказывается одинаковой. Поэтому критерием выбора «левого» маршрута, исходя из формул 5.4 и 5.5, является выполнение неравенства $\xi + \zeta < a$. Соответственно «правый» маршрут выбирается в том случае, если $\xi + \zeta > a$.

Вероятность того, что шнур, подключенный к передающему порту «левой» полупанели в точке с координатой ξ и соединяющий ее с полупанелью, находящейся в правой колонне, будет проложен по левому маршруту, составляет:

$$P_2 = \int_{\xi}^a P(\zeta) d\zeta = \frac{1}{a} (a - \xi).$$

Соответственно вероятность прокладки кабеля шнура по «правому» маршруту при таких же условиях (третий процесс) будет равна:

$$P_3 = 1 - P_2 = \xi/a.$$

Среднее количество кабелей шнуров, соединяющих по «левому» маршруту передающие и приемные розетки полупанелей в разных колоннах и проходящих через точку с координатой ξ , составит:

$$G_2 = \frac{12}{a} \int_{\xi}^a P_2(\zeta) d\zeta = 6(1 - 2\xi + \frac{\xi^2}{2a^2}).$$

Аналогичным образом математическое ожидание количества кабелей шнуров, проложенных в процессе соединения отдельных портов по правому маршруту и проходящих через точку с координатой ξ , будет равно:

$$G_3 = \frac{12}{a} \int_0^{\xi} P_3(\zeta) d\zeta = 6(\frac{\xi}{a})^2.$$

Среднее значение общего количества кабелей шнуров, проходящих в рассматриваемом организаторе в пределах рассматриваемой полупанели через точку с координатой ξ , с учетом независимости отдельных событий находится суммированием значений G_1 , G_2 и G_3 . Сюда же необходимо добавить общее количество G_4 кабелей шнуров правой полупанели, проложенных по левому для нее маршруту. Из соображений симметрии этот параметр равен $G_4 = G_3(\xi = a) = 6$. После выполнения выкладок получаем окончательно:

$$G = 24[1 - \frac{\xi}{a} + \frac{1}{2}(\frac{\xi}{a})^2]. \quad (5.6)$$

Несложно показать, что величина G достигает своего максимального значения при $\xi = 0$, то есть в выбранной системе координат на левом краю организатора в той его части, которая примыкает к 19-дюймовому рельсу. Математическое ожидание количества кабелей шнуров, проходящих через крайнее левое кольцо организатора при полной загрузке портов отдельных коммутационных панелей, составит $G = 24$.

Заметим также, что из соображений симметрии область действия соотношения 5.6 может быть распространена на соседнюю полупанель, то есть его можно применять также при $a < \xi < 2a$. Результаты расчетов по формуле 5.6 с учетом этого обстоятельства приведены на рис. 5.8.

Совокупность колец организатора в терминах раздела 3.5.2 может рассматриваться как канал со съемными и откидными крышками, которому согласно данным табл. 3.10 соответствует коэффициент использования площади $k_i = 0,5$. Предположим теперь, что в организатор укладываются однотипные кабели шнуров с равной площадью поперечного сечения s_1^* . Имеющаяся информация достаточна для определения глубины b кольца, которая может быть рассчитана исходя из следующего соотношения:

$$40b k_i k_z = Ms_1^* \text{ мм}^2 \quad (5.7)$$

где k_z – коэффициент заполнения.

Определим значение параметра s_1^* . Типовое рабочее место, обслуживаемое современной СКС, в подавляющем большинстве случаев обеспечивает одновременное функционирование рабочей станции ЛВС и телефонного аппарата пользователя.



Рис. 5.8. Зависимость математического ожидания количества кабелей шнуров от координаты организатора при полной загрузке панелей

Подключение рабочей станции осуществляется 4-парным шнуром с площадью поперечного сечения кабеля s_{LAN} . Для телефонного аппарата применение 4-парных шнуров является избыточным; обычно используются коммутационные шнуры с меньшим количеством пар и площадью поперечного сечения кабеля s_{PBX} . С учетом равной вероятности применения для коммутации шнуров для подключения рабочей станции и телефона величина параметра s_1^* (физически может интерпретироваться как эффективная площадь поперечного сечения кабеля коммутационного шнура) составляет $s_1^* = 0,5(s_{LAN} + s_{PBX})$.

В разделе 4.5.3 было обосновано, что расчет СКС целесообразно выполнять исходя из предположения работы телефонных аппаратов по 2-парной схеме. Согласно ТУ 16.К71-281-99, разработанным московским ВНИИ кабельной промышленности, внешний диаметр 4-парных и 2-парных кабелей независимо от варианта их конструктивного исполнения отличается примерно на 13%. Поэтому можем записать: $s_1^* = 0,88s_{LAN}$.

Внешние диаметры современных кабелей для изготовления шнуров категорий 5е и 6 обычно совпадают или отличаются друг от друга незначительно. Например, кабели Master Patch (категория 5е) и Power Patch (категория 6) производства компании NEK/CDT имеют одинаковый диаметр 5,5 мм. Отсюда $s_1^* = 20,9 \text{ мм}^2$. Коэффициент заполнения для облегчения процесса переключения шнуров выбираем близким к нижнему пределу рекомендаций стандарта TIA/EIA-569-A и полагаем его равным $k_2 = 0,4$. Подставляя указанные значения в формулу 5.7, получаем $b = 62,7 \text{ мм}$.

Применение экранированных конструкций радикальным образом не меняет картину, так как в случае наиболее популярных на практике систем категории 5е это увеличивает внешний диаметр кабеля шнура не более чем на 1 мм. Например, при диаметре 6,0 мм получаем $s_1^* = 24,9 \text{ мм}^2$, что соответствует $b = 74,6 \text{ мм}$.

Из-за особенностей конструкции вилок минимальное значение глубины, необходимое для обеспечения нормальной эксплуатации панелей типа 110, составляет

примерно 80 мм. Данная величина оказывается достаточно близкой к глубине кольца, полученной исходя из соображений обеспечения удобства эксплуатации, оценивая его сверху. Поэтому именно его представляется целесообразно принять за окончательное значение параметра b .

В случае применения коммутационных панелей в фиксированной конфигурации тип элементной базы, на которой реализуется СКС, определяется на этапе формирования ТЗ на проектируемую систему и не меняется на протяжении всего периода эксплуатации. С учетом данного положения крайне редко, но возможно введение в состав аксессуаров монтажного конструктива организаторов с кольцами различной глубины, рассчитанных на работу с экранированными и неэкранированными коммутационными шнурами.

Найденное значение является не слишком большим, и кольцо организатора может быть изготовлено как из пластика, так и из металла с соблюдением всех норм прочности. Таким образом, при размещении коммутационного и сетевого оборудования в одном монтажном конструктиве наиболее целесообразным является применение организаторов высотой 1 U.

5.3.1.2. Размещение коммутационного оборудования в двух напольных монтажных конструктивах

Расчет организаторов в случае размещения коммутационного оборудования СКС в двух монтажных конструктивах осуществляется по принципам, близким к случаю монтажа оборудования в одном конструктиве. Наиболее существенным отличием является то, что к рассмотренным выше четырем процессам, описывающим прокладку кабелей шнуров, добавляется пятый, когда приемный порт коммутационного поля расположен на панели в соседнем монтажном конструктиве.

Для определенности все расчеты проводим для организатора, устанавливаемого в левом монтажном конструктиве. Вероятность нахождения приемного порта коммутационного поля в соседнем конструктиве в общем случае составляет 50%. С учетом этого обстоятельства математическое ожидание общего количества кабелей шнуров, проходящих через точку с координатой ξ и заканчивающихся на панели в правом конструктиве, на всем организаторе левого конструктива, то есть в диапазоне $0 < \xi < 2a$, составит:

$$G_5 = 0,5 \int_0^{\xi} \frac{M}{a} dx = \frac{12}{a} \xi.$$

Общее количество кабелей шнуров в организаторе в точке с координатой ξ находится как $G_s = G_5 + 0,5G$, где G определяется формулой 5.6. После выполнения преобразований получим окончательно:

$$G_s = 12 \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\xi}{a} \right)^2 \right].$$

Функция G_s достигает своего максимума при $\xi = 2a$, где она равна 36. При неизменных значениях коэффициентов k_1 и k_2 , а также при обеспечении возможности удобной работы с экранированными шнурами и сохранении прежней высоты монтажной панели организатора глубина кольца в таких условиях получается равной 150–160 мм, что заметно ухудшает эстетические характеристики коммутационного поля. Поэтому оказывается целесообразным переходить на основания удвоенной высоты при сохранении глубины кольца неизменной, то есть равной $b = 80$ мм и вводить в состав штатного оборудования СКС организаторы высотой 2 U.

Вполне допустимо также применение для формирования коммутационного поля, устанавливаемого в двух монтажных конструктивах, организаторов высотой 1 U. Данное решение обеспечивает максимальную компактность оборудования, однако, увеличивает коэффициент заполнения k_2 до значения 0,6, что является его верхним разрешенным пределом и в определенной степени затрудняет переключение шнуров. Однако с учетом того, что СКС строится по принципу избыточности и порты коммутационных панелей редко бывают заполненными на 100%, применение организаторов высотой 2 U можно рекомендовать только в случае особых требований заказчика в отношении удобства администрирования кабельной системы. При этом установку таких организаторов целесообразно выполнять в той части коммутационного поля, где плотность обслуживаемых розеточных частей разъемов составляет 24 на 1 U высоты.

5.3.1.3. Размещение оборудования в настенном конструктиве

Настенные конструктивы отличаются от напольных не только меньшей высотой, но также и меньшей глубиной. Так, например, наиболее часто встречающимся на практике значением этого параметра является величина 450–500 мм. В этой ситуации применение организаторов с глубиной кольца 80 мм, рассчитанных на напольные конструктивы, является не вполне удобным решением, так как вынуждает сдвигать назад монтажные рельсы, что существенно затрудняет или даже делает невозможным установку некоторых разновидностей сетевого оборудования.

В данной ситуации имеет смысл пойти на предельное уменьшение габаритов кольца за счет увеличения коэффициента заполнения до значений, соответствующих верхнему разрешенному стандартом пределу. Кроме того, расчет габаритов кольца целесообразно вести для случая неэкранированных коммутационных шнуров, которые наиболее часто встречаются на практике. С учетом перечисленных выше соображений, из формулы 5.7 при $s_1^* = 20,9 \text{ мм}^2$ и $k_2 = 0,6$ получаем $b = 42 \text{ мм}$.

5.3.1.4. Глубина установки монтажных рельсов закрытых конструктивов

Подавляющее большинство закрытых монтажных конструктивов типа настенных и напольных шкафов имеет возможность выбора глубины установки 19-дюймовых монтажных рельсов. Наличие данной регулировки заметно расширяет функциональные возможности данной разновидности конструктива.

Глубина установки монтажных рельсов конструктивов рассматриваемого типа определяется наибольшими габаритами выступающей части сетевого и коммутационного оборудования, устанавливаемого в этом конструктиве (табл. 5.10).

Из данных, приведенных в табл. 5.10, следует, что типовой величиной глубины установки монтажных рельсов в случае выполнения правил построения коммутационного поля (см. раздел 4.6.3) является 80 мм (рис. 5.9).

Таблица 5.10. Минимальная глубина установки различных видов оборудования в закрытых монтажных конструктивах

Тип оборудования	Монтажная глубина, мм
Сетевое оборудование ЛВС	40
Панели с модульными разъемами	40
Панели типа 110	80
Организаторы с кольцами нормальной глубины	80
Организаторы с кольцами малой глубины	42
Оптические полки	70

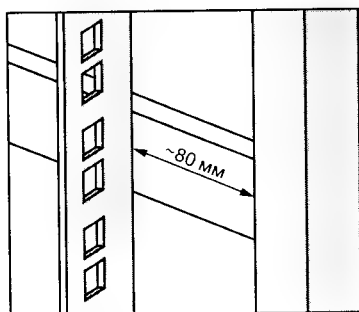


Рис. 5.9. Типовая глубина установки монтажных рельсов в закрытых конструктивах с учетом габаритов сетевого и коммутационного оборудования

5.3.2. Вертикальные организаторы кабелей коммутационных шнуров

Организаторы рассматриваемой в данном разделе разновидности предназначены для обеспечения аккуратной укладки кабелей шнуров различного назначения на вертикальном участке их прокладки. Эти изделия достаточно часто выполняются в виде одиночных колец (кольцевых держателей кабеля), которые устанавливаются на передних монтажных рельсах конструктива с обеих сторон от панелей коммутационного поля СКС и сетевого оборудования. В конструктивах шириной 800 мм и более, а также в открытых стойках и настенных рамах держатели могут выполняться в форме отдельной конструкции, монтируемой рядом с рельсами. Известно также исполнение вертикальных организаторов в виде канала, являющегося интегральной составной частью шкафа или стойки. Кольца вертикальных организаторов вне зависимости от вида конструктивного исполнения имеют горизонтальную ориентацию.

Основная задача расчета этих элементов применительно к теме монографии состоит в обосновании выбора габаритных размеров отдельных колец, обеспечивающих нормальную эксплуатацию кабельной системы при любом уровне загрузки панелей СКС или портов активного оборудования, вплоть до полной.

Для выполнения дальнейших расчетов принимается следующая модель организации коммутационного поля СКС и соединения разъемов панелей функциональной секции горизонтальной подсистемы с портами сетевого оборудования ЛВС и панелью типа 110 телефонной станции:

- схема размещения оборудования в монтажных конструктивах реализуется в том виде, в котором она описана в разделе 5.2.2;
- подключение высокоскоростного оборудования к панелям горизонтальной подсистемы осуществляется по схеме коммутационного подключения (inter-connect);
- для формирования отдельных секций коммутационного поля используется однотипное оборудование;
- горизонтальные организаторы имеют высоту 1 U и обслуживают две непосредственно примыкающие к ним панели такой же высоты с 24 розеточными частями разъемов на каждой;
- в СКС присутствует магистральная подсистема;
- вероятность соединения произвольного порта активного оборудования ЛВС и панели типа 110 отображения портов телефонной станции с любой розеткой разъема, находящейся на панелях горизонтальной подсистемы, одинакова;
- основными потребителями ресурсов кабельной системы являются рабочие станции ЛВС и телефонные аппараты, количество которых совпадает.

Если шнур соединяет функциональную секцию коммутационного поля, принимаемую за исходную, с секцией, которая расположена ниже, то по аналогии с принятыми в разделе 4.7.4.1 установками для определенности будем излагать далее следующим образом: «шнур направлен вниз» или «шнур идет вниз». В противном случае речь идет о шнуре, который направлен или идет вверх. Если кабель шнура проходит мимо панелей или устройств определенной функциональной секции, но не подключается ни к одной (одному) из них, то такие шнуры будем называть транзитными.

По аналогии с данными раздела 5.3.1.1 для неэкранированных коммутационных шнуров принимаем $s_{LAN} = 23,8 \text{ мм}^2$, $s_{PBX} = 18,4 \text{ мм}^2$. Для изготовления оптических шнуров обычно используется кабель типа zip-cord с оболочкой отдельных шлангов диаметром 2,5 мм, на основании чего принимаем $s_{FO} = 10 \text{ мм}^2$.

Введем также понятие локальной линейной плотности кабелей шнуров j -й разновидности, выходящих из горизонтального организатора, которые после поворота на 90° вверх или вниз укладываются в вертикальный организатор. Этот параметр может быть найден как

$$\rho_j = A s_j \frac{M}{2n} \text{ [шт./3 U]},$$

где A_s – коэффициент асимметрии, учитывающий взаимное расположение соединяемых панелей и/или оборудования (табл. 5.11);
 M – общее количество портов активного оборудования или розеточных частей разъемов панелей СКС, обслуживаемых одним горизонтальным организатором;
 n – количество приложений, использующих ресурсы СКС.

Коэффициент 2 учитывает возможность выхода шнуров из горизонтального организатора в двух направлениях.

В дальнейшем все расчеты будем вести для функциональной секции панелей горизонтальной подсистемы, в которой исходя из принципов построения коммутационного поля сосредоточена основная масса шнуров.

Таблица 5.11. Значения коэффициента асимметрии A_s для различных разновидностей шнуров и схем монтажа оборудования

Тип шнурового изделия	Схема размещения оборудования		
	Один конструктив	Два конструктива (основная)	Два конструктива (альтернативная)
Шнуры ЛВС	1	1,5	2
Шнуры УПАТС	1	1,5	1
Волоканно-оптические шнуры	1	1,5	1

5.3.2.1. Размещение оборудования в одном конструктиве

Математическое ожидание общего количества кабелей шнуров, проходящих в точке с координатой ξ мимо панелей функциональной секции горизонтальных кабелей через вертикальный организатор, составит:

$$E(\xi) = \int_{\xi}^H \rho_{LAN} dx + \int_0^{\xi} \rho_{PBX} dx + \frac{A_{sFO}}{2m} \frac{N}{10} \tag{5.8}$$

где m – количество конструктивов, в которых располагаются панели данной функциональной секции;

H – высота функциональной секции.

При этом $0 < \xi < H$, причем $\xi = 0$ соответствует нижнему краю секции.

Первое слагаемое в формуле 5.8 описывает количество шнуров ЛВС, которые направлены вниз. Второе слагаемое численно равно количеству направленных вверх шнуров, соединяющих панели горизонтальной подсистемы и магистрали категории 3, то есть используемых для подключения к УПАТС телефонных аппаратов на рабочих местах. Третье слагаемое представляет собой количество транзитных волоконно-оптических шнуров, предназначенных для подключения up-link-портов сетевого оборудования ЛВС к оптической полке подсистемы внутренних магистралей.

Максимально значение функции $E(\xi)$ в формуле 5.8 линейно растет по мере увеличения количества N обслуживаемых рабочих мест и соответственно суммарной высоты H панелей функциональной секции горизонтальных кабелей. Из

соображений достижения высоких эстетических показателей скомпонованного коммутационного поля, упрощения процедуры монтажа и последующего эксплуатационного обслуживания во всем конструктиве целесообразно применять вертикальные организаторы с кольцами одинаковых габаритов. Таким образом, дальнейший расчет ведем исходя из максимума $E(\xi)$.

Аналогично горизонтальным организаторам вертикальные варианты этих устройств можно рассматривать в качестве элементов канального типа со съёмными или откидными крышками в зависимости от конструктивного исполнения. Тогда площадь кольца организатора, обслуживающего панели секции горизонтальной подсистемы, определяется как

$$S_{\Sigma}(\xi) = \frac{s_{LAN} \rho_{LAN} (H - \xi) + s_{PBX} \rho_{PBX} \xi + s_{FO} A s_{FO} N / 20m}{k_z k_i} \quad (5.9)$$

где s_{LAN} , s_{PBX} и s_{FO} – площади поперечного сечения кабелей шнуров, обеспечивающих функционирование оборудования ЛВС и телефонной станции, а также подключения up-link-портов оборудования ЛВС к волоконно-оптической магистральной подсистеме соответственно;

k_z и k_i – коэффициенты заполнения и использования кабельного канала, образуемого вертикальным организатором.

С учетом того, что $s_{LAN} > s_{PBX}$, а последнее слагаемое от ξ не зависит, выражение 5.9 достигает своего максимума при $\xi = 0$.

Из тех же соображений, что и в случае горизонтальных организаторов, форма кольца вертикального организатора выбирается близкой к прямоугольной. Для получения высокой эстетики коммутационного поля глубину кольца целесообразно выбирать равной глубине колец горизонтальных организаторов, то есть согласно положениям раздела 5.3.1.1 этот параметр должен быть равен примерно 80 мм. Можно показать, что при размещении оборудования в одном конструктиве справедливо тождество $\rho_{LAN} H = N/2$.

С учетом данных обстоятельств расчетная формула для определения ширины a кольца принимает вид

$$a = \frac{s_{LAN} + s_{FO} / 10}{80 k_z k_i} \frac{N}{2} \text{ мм.} \quad (5.10)$$

Аналогично положениям раздела 5.3.1.1 для обеспечения удобства администрирования СКС целесообразно принять $k_i = 0,5$ и $k_z = 0,4$. Тогда при $N = 120$ получаем $a = 93$ мм.

5.3.2.2. Основная схема размещения оборудования в двух монтажных конструктивах

Из-за идентичности принципов, используемых при построении коммутационного поля в одном конструктиве и в случае применения основной схемы размещения оборудования в двух конструктивах, в качестве основного расчетного соотношения

принимается формула 5.9. Однако в связи с большим количеством обслуживаемых рабочих мест и иного коэффициента асимметрии соотношение, связывающее высоту функциональной секции панелей горизонтальных кабелей и количество обслуживаемых ИР, в рассматриваемом случае имеет вид

$$\rho_{LAN}H = \frac{3}{8}N.$$

Соответственно расчетная формула для определения ширины кольца записывается в следующей форме:

$$a = \frac{s_{LAN} + s_{FO}/10}{80k_1k_2} \frac{3N}{8} \text{ мм.}$$

Подстановка численных значений при $N = 240$ и $k_z = 0,4$ дает $a = 139,9$ мм, при $k_z = 0,6$ получаем $a = 93$ мм.

5.3.2.3. Альтернативная схема размещения оборудования в двух монтажных конструктивах

При расчетах данной конфигурации дополнительно предполагаем, что высоты панелей секции горизонтальной подсистемы и активного оборудования ЛВС совпадают.

При выполнении введенных условий математическое ожидание количества кабелей шнуров, проходящих в области панелей горизонтальной подсистемы через кольца организатора в точке с координатой ξ , при полной загрузке панелей составляет:

$$E(\xi) = \rho_{LAN} \left[\int_0^{\xi} \frac{H-x}{H} dx + \int_{\xi}^H \frac{x}{H} dx \right] + \rho_{PBX} \int_0^{\xi} dx + \frac{As_{FO}}{2} \frac{N}{10}. \quad (5.11)$$

Два первых члена формулы 5.11 описывают количество кабелей шнуров для подключения рабочих станций пользователей к коммутаторам (концентраторам) ЛВС, направленных соответственно вверх и вниз. Третий член представляет собой количество кабелей шнуров, соединяющих панели секции горизонтальной подсистемы с панелями типа 110 магистральной категории 3, четвертый – транзитные волоконно-оптические шнуры.

Общая площадь, занимаемая кабелями шнуров в организаторе, равна

$$S_{\Sigma}(\xi) = \tau_{LAN}(H-\xi)\frac{\xi}{H} + \tau_{PBX}\xi + s_{FO}\frac{As_{FO}N}{20} \quad (5.12)$$

где $\tau_j = s_j\rho_j$.

Принимая во внимание значения асимметрии отдельных видов шнуров, приведенных в табл. 5.11, с учетом того, что $s_{PBX} = 0,76 s_{LAN}$, (аналогично положениям раздела 5.3.1.1), а также тождеств $\rho_{LAN}H = N$ и $\rho_{PBX}H = N/2$ выражение 5.12 достигает своего максимума в точке с координатой

$$\xi_0 = \left(1 + \frac{\tau_{PBX}}{\tau_{LAN}}\right) \frac{H}{2} \approx 0,7H,$$

где оно равно

$$S_{\Sigma}(\xi_0) = (0,59s_{LAN} + \frac{s_{FO}}{20})N \text{ мм}^2.$$

С учетом того, что все эти шнуры располагаются в организаторах двух конструктивов, ширина a кольца при $N = 240$ и $k_2 = 0,6$ составит

$$a = \frac{S_{\Sigma}(\xi_0)}{160k_1k_2} = 72,7 \text{ мм}.$$

5.3.2.4. Требования к конструкции вертикальных организаторов монтажных конструктивов

Проведенные выше расчеты позволяют сформулировать некоторые требования, предъявляемые к конструкции вертикальных организаторов для применения в 19-дюймовом монтажном конструктиве.

По критериям удобства проектирования (минимизации номенклатуры изделий) и достигаемой эстетики коммутационного поля наиболее целесообразными габаритами колец вертикальных организаторов является ширина 93 мм при глубине 80 мм.

В рабочем положении кольца вертикальных организаторов не должны перекрывать крайние розетки модульных разъемов панелей СКС. Поэтому должна выполняться несимметричная установка кольца на монтажный рельс со смещением его в сторону боковой стенки шкафа и соответствующим выполнением крепежных отверстий. В результате при ширине кольца $a = 93$ мм его ось симметрии будет располагаться на расстоянии 272 мм от оси симметрии крепежного поля монтажного конструктива. Таким образом, межосевое расстояние колец вертикальных организаторов монтажных конструктивов на 13% превышает 9,5 дюймов.

Кроме того, при двухсторонней установке колец расстояние между внешними кромками колец будет равно 645 мм. Последнее означает, что для шкафов шириной 600 мм необходимо применение держателей уменьшенных размеров.

5.3.3. Вертикальные организаторы кроссовых башен типа 110

Кроссовые башни типа 110 в подавляющем большинстве случаев устанавливаются вне конструктива – открыто на стене технического помещения. При необходимости с помощью специальных монтажных скоб они могут быть установлены также в стандартный 19-дюймовый шкаф или стойку. В таких достаточно специфичных условиях вертикальные организаторы, обслуживающие данную разновидность коммутационного оборудования, принципиально должны иметь габариты

и схему монтажа, полностью совпадающие с аналогичными параметрами кроссовой башни.

Основная задача расчета данной разновидности монтажного оборудования заключается в определении числа кроссовых башен, обслуживаемых одним организатором.

При типовых габаритах сечения основания кроссовой башни 274×82 мм площадь поперечного сечения вертикального организатора не является лимитирующим фактором, и соотношение числа вертикальных организаторов и кроссовых башен в одном функционально законченном блоке определяется другими факторами.

Коммутационное оборудование типа 110, как известно, комплектуется штатными горизонтальными организаторами, площадь кольца которых составляет примерно 2200 мм^2 . Пусть принцип администрирования СКС в данном случае основан на подаче кабеля шнура в тот вертикальный организатор, который является ближайшим к коммутируемому порту. Тогда заданное количество n кроссовых башен, обслуживаемых одним вертикальным организатором, определяется как решение следующего неравенства:

$$\frac{Ms_1^*}{2k_z k_i} n < 2200 \text{ мм}^2 \quad (5.13)$$

где k_z и k_i – коэффициенты заполнения и использования кабельного канала, образуемого горизонтальным организатором;

M – количество ИР, обслуживаемых одним штатным горизонтальным организатором кроссовой башни;

s_1^* – эффективная площадь кабеля коммутационного шнура (определяется аналогично положениям раздела 5.3.1.1).

Вначале рассмотрим случай организации на кроссовых башнях типа 110 функциональной секции горизонтальных кабелей. В этом случае имеем

$k_z = 0,6$, $k_i = 0,5$, $M = 24$ и $s_1^* = 20,9 \text{ мм}^2$ (2-парные телефоны) или $s_1^* = 15,9 \text{ мм}^2$ (однопарные телефоны, внешний диаметр кабеля шнура примерно 0,6 от диаметра 4-парного кабеля согласно ТУ 16.К71-281-99 ВНИИ кабельной промышленности), в результате получаем $n = 3$.

Таким образом, общее количество вертикальных организаторов в технических помещениях, обслуживающих N рабочих мест, составит:

$$n = \text{INT}\left(\frac{2N}{K}\right) + 2 \quad (5.14)$$

где K – число рабочих мест, обслуживаемых одной кроссовой башней заданной емкости (табл. 5.12);

INT – оператор вычисления целой части числа.

Таблица 5.12. Количество рабочих мест, обслуживаемых кроссовыми башнями различной емкости при их использовании для построения горизонтальной подсистемы

Емкость башни, пары	Количества обслуживаемых рабочих мест
300	36
400	48
500	60
900	108

Достаточно часто на кроссовых башнях типа 110 реализуется кросс в аппаратной, основным назначением которого является коммутация с кроссом УПАТС. В этом случае $M = 48$ и $s_{PBX2} = 18,6 \text{ мм}^2$ (2-парные телефоны), и из формулы 5.13 следует: $n = 1$, то есть из-за большого количества кабелей шнуров в сочетании с относительно небольшими габаритами штатных организаторов для получения нормальных условий администрирования необходимо устанавливать вертикальный организатор рядом с любой кроссовой башней. Для уменьшения объема поставляемого оборудования применяется следующий прием: башни группируются парами, с обеих сторон которых монтируются организаторы. При этом кабель шнура вводится в ближайший к нему организатор.

Более перспективным является применение в данной области перемычек вместо шнуров. Это обусловлено следующими соображениями:

- лучшими массогабаритными показателями перемычек;
- существенно меньшим количеством переключений в аппаратных по сравнению с кроссовыми нижнего уровня;
- не столь высокими требованиями к качественным показателям формируемого тракта из-за принципиально более низких скоростей передачи сигналов УПАТС.

Диаметр проводника витой пары близок к 1 мм, то есть эффективную площадь ее поперечного сечения можно оценить величиной в 2 мм^2 . Тогда из формулы 5.13 следует, что один организатор можно устанавливать на 4–6 кроссовых башен (в зависимости от выбранного значения k_2 штатного горизонтального организатора).

5.3.4. Распределители силового электропитания

В монтажные конструктивы, устанавливаемые в технических помещениях нижнего уровня (в КЭ и КЗ), монтируются сетевые приборы различного назначения и некоторые другие устройства, обязательным условием обеспечения функционирования которых является наличие силового электропитания напряжением 220 В. В перечень устройств данной разновидности, более или менее часто применяемых при реализации проектов, входят:

- коммутаторы (концентраторы) рабочих групп, а также другие активные приборы ЛВС нижнего уровня;

- один или несколько этажных коммутаторов;
- центральный коммутатор здания;
- преобразователи среды в фиксированной конфигурации или в модульном исполнении;
- локальные и центральные серверы различного назначения (в случае их реализации в стоечном исполнении);
- мониторы на основе электронно-лучевой трубки или жидкокристаллической панели для обслуживания серверов и консольные коммутаторы для их переключения;
- вентиляторные полки, а также потолочные и настенные вентиляторы;
- сканеры системы интерактивного управления кабельной проводкой и контроля параметров шкафа;
- источник бесперебойного питания.

Питание на каждое из таких устройств в подавляющем большинстве случаев согласно сложившейся практике подается от индивидуальной силовой розетки, совокупность которых размещается в одном или нескольких распределителях. В процессе реализации СКС находят использование две основные разновидности таких устройств: так называемые горизонтальные и вертикальные распределители. Не вдаваясь здесь в детальный анализ конструктивных особенностей этих устройств, отметим только, что основным преимуществом горизонтальных распределителей (типовая емкость пять розеточных модулей) является удобство подключения к розеткам за счет их расположения в доступной для пользователя передней части монтажного конструктива. Вертикальные распределители имеют несколько большую емкость (6 или 8, реже 11 розеточных модулей). Кроме того, их применение обеспечивает более экономичный расход полезной высоты монтажных шкафов за счет того, что штатное место установки таких распределителей находится на задних монтажных рельсах шкафа.

В процессе проектирования структурированной кабельной проводки на этапе расчета распределителей силового питания монтажных конструктивов решаются две основные задачи:

- определяется вид конструктивного исполнения распределителей;
- находится количество этих элементов.

Каноническим принципом, положенным в основу стандартов и конкретных СКС подавляющего большинства производителей, является принципиальное отсутствие в составе штатного оборудования кабельной системы приборов, функционирование которых невозможно без наличия источника питания. На основании этого при расчете распределителей необходимо привлечение информации о принципах построения более высоких уровней информационно-вычислительной сети предприятия. При отсутствии априорной информации такого рода можно лишь констатировать, что ЛВС на нижнем уровне строится преимущественно на однотипном оборудовании. С учетом этого обстоятельства ориентировочное количество силовых розеточных модулей и соответственно число распределителей в общем случае рассчитывается на основании следующего соотношения:

$$M = \sum_i N_i / W_i + \sum_j R_j \quad (5.15)$$

где N_i – количество рабочих мест, обслуживаемых однотипным коммутационным оборудованием, установленном в данном техническом помещении, причем $\sum N_i = N$;

W_i – количество линейных портов конкретной разновидности оборудования ЛВС, к которым подключаются рабочие станции пользователей;

R_j – общее количество сетевых устройств данного конкретного функционального назначения, непосредственно не взаимодействующих с рабочими станциями пользователей.

Первое слагаемое в формуле 5.15 численно равно количеству коммутаторов (концентраторов) рабочих групп определенной модели, обслуживающих рабочие станции пользователей, подключенные к ИР данного технического помещения. Величина этого параметра в достаточной степени зависит как от разновидности применяемого сетевого оборудования, так и от его модели. Таким образом, указать точное значение W_i можно только при наличии априорной информации об особенностях построения информационно-вычислительной системы предприятия в части ЛВС. При отсутствии таких данных в качестве нулевого приближения на основании рис. 4.166 можно использовать $W = 12$ для концентраторов и $W = 18$ – для коммутаторов.

Для конкретизации требований к распределителям силового питания рассмотрим следующий часто встречающийся на практике случай: во-первых, ЛВС в техническом помещении организована по схеме рис. 4.14б или 4.14в, во-вторых, среднее количество портов одного активного прибора ЛВС составляет $W = 12$, и, в-третьих, в шкафу, кроме активных приборов ЛВС, установлено только одно устройство, требующее электропитания: потолочный, полочный или настенный вентилятор. В этом случае формула 5.15 приобретает вид

$$M = N / 12 + 1. \quad (5.16)$$

Результаты расчетов по формуле 5.15 представлены на рис. 5.10. Из приведенных графиков можно сделать следующие существенные для практики выводы:

- в настенных шкафах, которые на основании данных табл. 5.7 обслуживают не более 40–48 рабочих мест, из-за небольшого количества потребителей электроэнергии и малых габаритов самого конструктива основным средством подачи силового напряжения на активные приборы должны являться горизонтальные распределители; при необходимости экономии монтажной высоты шкафа эти устройства устанавливаются на заднюю пару рельсов;
- при числе обслуживаемых рабочих мест до 72 и отсутствии априорных данных о схеме построения ЛВС предприятия в напольных шкафах предусматривается один вертикальный распределитель;
- при числе обслуживаемых рабочих мест свыше 72 предпочтительным типовым решением может считаться установка двух вертикальных распределителей в одном монтажном конструктиве и трех – в двух конструктивах.

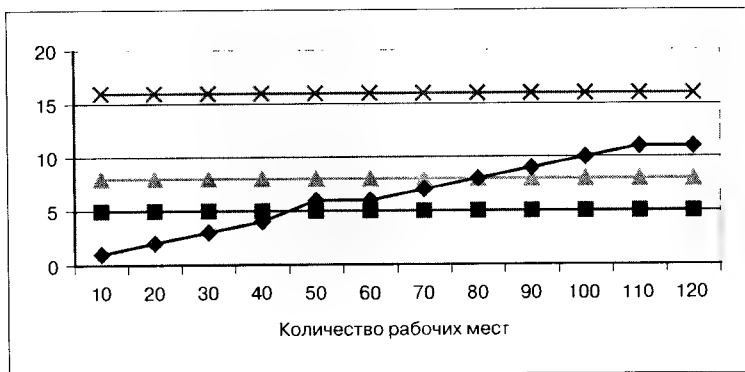


Рис. 5.10. Зависимость ожидаемого количества розеток силового электропитания от числа обслуживаемых рабочих мест

При определении конкретного типа распределителя дополнительно должен контролироваться максимальный расчетный ток потребления. Величина этого параметра определяется исходя из мощности оборудования, устанавливаемого в конкретном конструктиве, то есть с привлечением информации о принципах построения более высоких уровней информационно-вычислительной системы предприятия. Сведения о потребляемой мощности серверов, дающие представление о значении этого параметра для современных приборов данной разновидности, приведены в табл. 5.9. В табл. 5.8 содержатся аналогичные данные по коммутаторам с функциональными возможностями, позволяющими их эффективное использование на уровне рабочей группы ЛВС.

Приведем также оценку мощности потребления некоторых других активных приборов, достаточно часто применяемых в процессе построения информационно-вычислительных систем различного назначения [111]:

- терминал, монохромный дисплей – 75 Вт;
- ПК на базе процессора 486, монитор 13 дюймов – 100 Вт;
- ПК на базе процессора Pentium II, монитор 13 дюймов – 200 Вт;
- ПК на базе процессора Pentium II, монитор 15 дюймов – 250 Вт;
- ПК на базе процессора Pentium III, монитор 15 дюймов – 400 Вт.

5.4. Расчет параметров и величины расхода элементов крепления оборудования СКС

В процессе создания СКС практически всех без исключения проектов используются несколько разновидностей крепежных элементов, которые не являются штатными компонентами оборудования СКС и поставляются отдельно. Они служат для фиксации в рабочем положении следующих видов оборудования кабельной системы:

- декоративных коробов;
- коммутационного и активного сетевого оборудования в монтажном конструктиве;
- одиночных проводов и кабельных жгутов.

5.4.1. Элементы крепления декоративных коробов и их аксессуаров

Конкретный тип элемента крепления декоративных коробов (накладных кабельных каналов) выбирается в зависимости от материала стены или иной несущей конструкции в соответствии с рис. 5.11 и табл. 5.13. Количество крепежных элементов зависит от габаритов короба и длины его секции. Заводы-изготовители выпускают секции коробов различной длины. Тем не менее практика реализации проектов на территории Российской Федерации показывает, что наибольшее распространение получили секции 2-метровой длины. Поэтому при дальнейшем рассмотрении ограничимся анализом именно этого случая.

Кроме собственно декоративного короба (погонажа) крепежные элементы применяются для фиксации в рабочем положении также некоторых аксессуаров, имеющих штатное монтажное основание: корпусов ИР, различных углов, тройников и т.д.

Таблица 5.13. Крепежные элементы, применяемые для установки декоративных коробов и их аксессуаров (на примере продукции фирмы Mungo)

Материал стен	Тип крепежного элемента
Бетон	Нейлоновый дюбель, шуруп для бетона, анкер-клин
Кирпич красный и силикатный	Нейлоновый дюбель
Пустотелый кирпич	Дюбель для пустотелого кирпича
Гипсобетон и штукатурка	Джет-плаг
Гипсакартон, сухая штукатурка	Многафункциональный дюбель
Гипс	Нейлоновый дюбель
Натуральный камень	Нейлоновый дюбель
Пенобетон	Дюбель для пустотелого кирпича

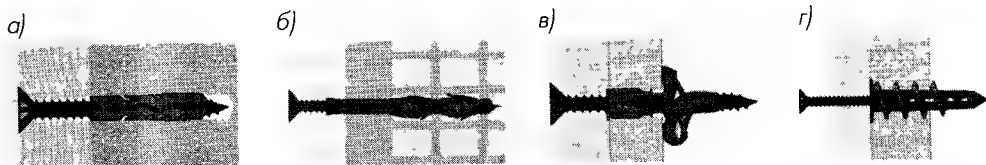


Рис. 5.11. Некоторые типы крепежных элементов:

а) нейлоновый дюбель; б) дюбель для пустотелого кирпича; в) многофункциональный дюбель для установки на тонкой гипсакартонной плите; г) джет-плаг

Установка крепежных элементов в короб и аксессуары осуществляется в заготовки отверстий, а при их отсутствии – в отверстия, просверливаемые в теле фиксируемого компонента «по месту».

При расчете количества элементов крепления можно руководствоваться следующими положениями:

- секции 2-метровой длины короба размером до 75×20 мм включительно крепятся в пяти точках. При этом для коробов размером 32×12 мм и менее элементы из-за их малой ширины крепления располагаются вдоль прямой линии (рис. 5.12а), а в коробах большего размера – по зигзагообразной линии (рис. 5.12б) для обеспечения плотного прилегания основания к несущей поверхности¹;
- секции 2-метровой длины короба размером 50×100 мм и более крепятся в десяти точках по схеме, изображенной на рис. 5.12в;
- для монтажа плоского угла, имеющего штатное основание, прилегающее к стене, требуется два крепежных элемента²;
- крепление основания корпуса розетки производства компании Legrand, монтируемой по методу «вдоль профиля» осуществляется в трех штатных точках, расположенных в форме треугольника таким образом, как это показано на рис. 5.12б;
- основание короба под корпусом розетки, монтируемой по методу «в профиль» в обязательном порядке усиливается четырьмя крепежными элементами (рис. 5.12б). Это позволяет надежно зафиксировать в рабочем положении корпус розетки и непосредственно примыкающий к ней участок короба при большом плече рычага, который естественным образом образуется из-за принципиальных особенностей данной конструкции.

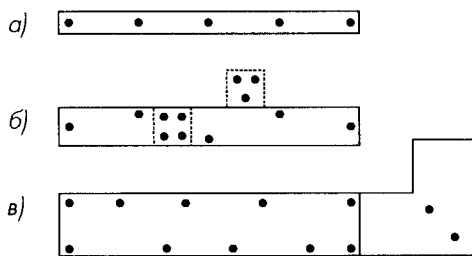


Рис. 5.12. Схемы расположения элементов крепления декоративных коробов различных размеров и их аксессуаров:

а) короб с сечением не более 3×12 мм;

б) короб с сечением до 75×20 мм;

в) короб с сечением 50×100 мм и более

В процессе проектирования СКС практический интерес представляет величина расхода элементов крепления на одно рабочее место, типовое для данной

¹ Горизонтальные кабели, уложенные в короб, за счет значительного содержания меди обладают большой массой и дополнительно прижимают его нижний край к стене. На основании этого большее количество элементов крепления рекомендуется располагать возле верхнего обреза короба.

² На практике индивидуальное крепление плоского угла достаточно часто выполняется только для коробов больших размеров (не менее чем 50×100 мм). В коробах малого поперечного сечения основание не монтируется, а крышка фиксируется за основание короба. Достигаемая при этом прочность крепления оказывается вполне достаточной для эксплуатации.

реализации кабельной системы. Точное количество крепежных элементов может быть определено только на этапе рабочего проектирования. Тем не менее для часто встречающегося на практике случая установки декоративных коробов по схеме, описанной в разделе 5.1.3, имеется возможность дать достаточно точную оценку этого параметра уже на этапе формирования технического предложения. Принимается типовой состав блока розеток на рабочем месте: одна ИР с двумя розеточными модулями (рабочая станция и телефон) и две силовые розетки так называемого чистого электропитания (системный блок и монитор рабочей станции ЛВС). Результаты расчетов для разных способов установки розеток и коробов различных размеров приведены в табл. 5.14. Эти результаты свидетельствуют, в частности, о следующем:

- с достаточной для практики точностью может приниматься, что в случае реализации в проекте системы «чистого» питания офисной техники трудоемкость монтажа кабельных каналов не зависит от размеров короба;
- при установке на рабочих местах только информационных розеток трудоемкость монтажа во внутреннее пространство короба превышает аналогичный показатель для методов «в профиль» и «вдоль профиля» примерно в 1,5 раза;
- при использовании на каждом рабочем месте трех или более силовых розеток с индивидуальным креплением наряду с существенно большей функциональной и эксплуатационной гибкостью коробов большого поперечного сечения начинают проявляться преимущества меньшей трудоемкости по установке этой разновидности монтажного оборудования.

Таблица 5.14. Расчет количества элементов крепления декоративных коробов в рабочих помещениях пользователей

Параметр	Размер короба		
	Не более 75х20 мм		50х100 мм и более
Тип крепления розеток	В профиль	Вдоль профиля	Во внутреннее пространство
Общая длина короба, м	8	8	8
Количество устанавливаемых секций	4	4	4
Количество точек крепления на секцию	5	5	10
Количество фиксируемых аксессуаров	–	–	1
Количество точек крепления аксессуаров	–	–	2
Общее количество точек крепления короба	20	20	42
Количество ИР (обслуживаемых рабочих мест)	2	2	2
Количество силовых розеток	4	4	4
Количество точек крепления розеток	3	4	–
Общее количество точек крепления розеток	18	24	–
Общее количество элементов крепления	38	44	42
Количество элементов крепления на р.м. без силовых розеток	13	14	21
Количество элементов крепления на р.м. при наличии силовых розеток	19	22	21

5.4.2. Кабельные стяжки

Известно, что в основу структурированной кабельной проводки положена структура иерархической звезды. В свою очередь это означает, что по кабельным трассам различных видов в подавляющем большинстве случаев прокладывается большое количество кабелей, которые для удобства эксплуатации, а раньше зачастую и для облегчения прокладки, формируются в кабельные пучки, пакеты или жгуты. Опыт показывает, что, в частности, подобный метод укладки кабелей на лотки является основным при реализации горизонтальной подсистемы, где сосредоточена основная масса кабельных изделий СКС.

Пучки кабелей могут быть сформированы с помощью различных технических средств. Наиболее распространенными элементами крепления кабельных жгутов являются ленты с кнопками, стяжные зубчатые ленты из термопластичного материала (пластиковые стяжки) и ленты-липучки. В процессе реализации СКС в Российской Федерации и странах СНГ большой популярностью пользуются пластиковые стяжки, несмотря на одноразовый характер применения этого изделия.

На этапе проектирования кабельной системы решаются две основные задачи, относящиеся к расчету данной разновидности расходных материалов:

- определяется расход стяжек;
- находится длина стяжек.

5.4.2.1. Расчет расхода стяжек при прокладке кабелей в закрытом монтажном конструктиве

Для определения количества стяжек, используемых для формирования кабельных жгутов в 19-дюймовом напольном конструктиве, воспользуемся схемой на рис. 5.13 и данными табл. 5.5. Кабели, вводимые внутрь шкафа в большинстве случаев снизу через его цокольную часть, распределяются на два жгута, которые подводятся к панелям по основанию и передним монтажным рельсам конструктива. Для формирования этих жгутов и их крепления к цоколю и рельсам используются стяжки, которые расходуются в следующих количествах:

- в областях монтажа панелей с модульными разъемами – в месте отвода кабелей на панели, то есть в соответствии с положениями раздела 4.6.6 – по две стяжки на каждые 3 U высоты для каждого из двух основных жгутов;
- во всех прочих местах – по одной стяжке на 2 U высоты или на 9 см – при горизонтальной ориентации кабельного пучка, опять же для каждого из основных жгутов.

Кроме того, стяжки в большом количестве используются в процессе подключения оптических кабелей к полкам и кабелей из витых пар – к коммутационным и кроссовым панелям. Величину их «локального» расхода можно оценить следующим образом:

- незранированные 24-портовые панели с модульными разъемами – по 6 штук на панель;
- панели типа 110 – по две штуки на каждую 50-парную сборку из двух линеек;
- экранированные 24-портовые панели с модульными разъемами – по 24 штуки на панель (это обусловлено необходимостью индивидуального крепления каждого кабеля из-за их повышенной жесткости);
- оптические полки – по три стяжки на каждый кабельный ввод.

В разделе 5.2.4.1 дана оценка высоты рельсов монтажного конструктива, которую занимает в его нижней части сетевое оборудование. Используем это значение в качестве меры длины вертикальной части кабельного жгута до места начала отвления от него кабелей и их подачи на панели для выполнения операций подключения. Эта информация позволяет записать основное уравнение, которое связывает между собой расход стяжек в пересчете на одиночный конструктив кроссовой этажа и количества N обслуживаемых рабочих мест:

$$\Xi = 2[M + (5 + \frac{3}{24}N)\frac{2}{3} + \frac{3N}{24}\frac{2}{3} + \frac{N}{24}3 + \frac{2N}{48}2 + 3] \approx 33 + \frac{3}{4}N \quad (5.17)$$

где M – расход стяжек на формирование жгута при прокладке кабелей в поцольной части шкафа (8–12 в зависимости от габаритов шкафа).

Коэффициент 2 учитывает наличие в монтажном конструктиве двух направляющих рельсов.

При достаточно часто встречающемся на практике случае $100 < N < 120$ соотношение 5.17 с ошибкой не более 10% дает величину удельного расхода: одна стяжка на рабочее место.

Стандартной поставкой стяжек является пачка из 100 штук. Таким образом, полученная расчетным путем величина потребления данного вида расходных материалов оказывается достаточно близкой к размеру стандартной поставки. Поэтому в качестве быстрой и достаточно приближенной оценки снизу количества стяжек, необходимых для выполнения монтажа шкафа, можно пользоваться следующим эмпирическим правилом, широко используемом на практике монтажниками и проектировщиками СКС: одна пачка стяжек (100 штук) расходует на один монтажный шкаф высотой 40–42 U.

Определение объема поставки данного вида расходных материалов производится суммированием количества всех стяжек одного типа с делением на емкость упаковки и последующим округлением до ближайшего целого сверху. Данная процедура, естественно, повторяется для всех типов стяжек.

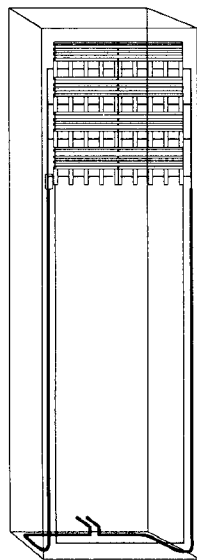


Рис. 5.13. Типовая схема прокладки кабельных жгутов в напольном монтажном конструктиве

5.4.2.2. Принципы расчета расхода стяжек при прокладке кабелей вне монтажных конструктивов

Кроме монтажных конструктивов стяжка как крепежный элемент пользуется очень большой популярностью при организации кабельных трасс самых различных видов.

При воздушной подвеске кабелей подсистемы внешних магистралей на несущем тросе наиболее целесообразным является применение стяжек из нержавеющей стали. Вполне возможно использование стяжек, для изготовления которых использован пластик, устойчивый к воздействию ультрафиолетового излучения. Расход стяжек в этом случае пропорционален длине участка подвески и выполняется с учетом положений раздела 3.6.4.2 относительно расстояния между точками крепления (одна стяжка примерно на 70 см длины подвешиваемого участка кабеля).

Расход стяжек при прокладке кабелей в лотках зависит как от общей длины трассы и количества отдельных кабелей и жгутов, так и от количества вводов в отдельные комнаты и длины помещения, примыкающего к коридору. Правила применения стяжек, прямо определяющие их расход, приведены в разделе 3.8.3.3.

При прокладке одиночных проводов стяжки используются в сочетании с другими элементами, обеспечивающими механическую фиксацию кабельного изделия на несущей конструкции. Расход этих элементов зависит в первую очередь от длины трассы прокладки одиночного кабеля, а их количество рассчитывается с учетом правил прокладки в соответствии с рис. 3.46.

5.4.2.3. Расчет длины кабельных стяжек

Промышленность выпускает кабельные стяжки различной длины. Так, например, широко распространенные на российском рынке стяжки компании Legrand, выполненные из бесцветного полиамида, имеют номинальную длину 95, 140, 180, 280, 360, 550 и 720 мм [112]. В процессе проектирования СКС наряду с расчетом количества стяжек осуществляется также обоснование выбора определенной длины этого вида расходных материалов.

Процесс формирования и/или фиксации жгута с помощью стяжки происходит следующим образом. Стяжка продевается через отверстие крепежного элемента и оборачивается вокруг пучка кабелей, после чего свободный конец стяжки продевается через фиксатор и производится ее затяжка.

Опыт реализации проектов показывает, что наибольшее количество стяжек используется при монтаже оборудования в настенных и напольных шкафах, а также других монтажных конструктивов. Поэтому при дальнейшем анализе ограничимся рассмотрением в основном этих объектов.

Длина стяжки в общем случае может быть рассчитана следующим образом:

$$L = L_w + L_t,$$

где L_w – длина ее рабочей части, которая своим усилием прижатия формирует жгут и часто дополнительно осуществляет его фиксацию к крепежному элементу;

L_t – длина технологического «хвоста», который используется при затяжке и затем чаще всего просто срезается.

Кабельный жгут из достаточно большого числа кабелей после затяжки стяжки естественным образом принимает в сечении форму, близкую к окружности с диаметром D . Поэтому длина рабочей части стяжки определяется как

$$L_w = \pi D. \quad (5.18)$$

Диаметр D жгута зависит от количества рабочих мест, обслуживаемых данным конструктивом, и по-разному определяется для напольных и настенных шкафов. Это обусловлено тем, что в случае напольных шкафов (открытых стоек) кабельный пучок после ввода внутрь конструктива делится на две части. В настенном шкафу подобного разделения не происходит.

Диаметр жгута можно вычислить через его площадь. С учетом положений раздела 3.5.2, а также данных табл. 5.15 для напольного шкафа она составит

$$\frac{\pi D^2}{4} = N \frac{s_1 + 3 + 0,3}{k_i} \quad (5.19)$$

где k_i – коэффициент использования площади (для жгута согласно данным табл. 3.10 равен 0,68);

s_1 – площадь поперечного сечения горизонтального кабеля (20–30 мм² в зависимости от варианта его конструктивного исполнения).

Таблица 5.15. К расчету диаметра кабельного жгута в различных типах монтажных конструктивов

Параметр	Тип конструктива	
	Напольный	Настенный
Количество обслуживаемых рабочих мест	N	N
Количество горизонтальных кабелей в жгуте	N	2N
Количество пар категории 3 в жгуте	N	2N
Количество световодов в жгуте	N/10	2N/10

Вычисляя D из формулы 5.19 и подставляя результат в формулу 5.18, получим:

$$L_w = \sqrt{4\pi \frac{s_1 + 3,3}{0,68} N}.$$

Монтажники российских компаний, специализирующихся на установке кабельных систем, в процессе формирования и крепления жгута редко используют

специальный затяжной инструмент, выполненный в виде пистолета. Обычно процесс крепления жгута выполняется следующим образом: монтажник, удерживая жгут одной рукой, продевает другой рукой технологический конец стяжки через ее замок и кладет его на ладонь в область основания пальцев, после чего тянет с требуемым усилием, придерживая большим пальцем. Отсюда следует, что длина технологической части стяжки, при которой работа с ней является еще и достаточно комфортной, равна ширине ладони в указанной области и составляет примерно $L_t = 80$ мм. Таким образом, для напольных конструкций окончательно получаем:

$$L_t = \sqrt{4\pi \frac{s_1 + 3,3}{0,68}} N + 80 \text{ мм.} \quad (5.20)$$

Анализ данных табл. 4.21 показывает, что в случае настенного шкафа (рамы) длина рабочей части стяжки может быть найдена непосредственно из формулы 5.20 простой заменой N на $2N$. В результате для настенных конструкций имеем:

$$L_t = \sqrt{8\pi \frac{s_1 + 3,3}{0,68}} N + 80 \text{ мм.} \quad (5.21)$$

Результаты расчетов по формулам 5.20 и 5.21 для неэкранированных кабелей категории 5е с площадью поперечного сечения $s_1 = 22 \text{ мм}^2$ приведены на рис. 5.14. С учетом информации раздела 5.2.3 о емкости конструктивов различных типов расчетное значение N для настенных шкафов ограничено значением 40, тогда как для напольных конструкций принимается $N < 120$. Из рис. 5.14 с учетом данных, приведенных на рис. 5.5, следует, что в настенных конструктивах наиболее целесообразным является применение стяжек стандартной длиной 280 мм. Эти же стяжки могут быть использованы в напольных шкафах высотой не более 33 U. Для формирования жгутов кабелей в наиболее популярных на практике напольных шкафах высотой 42 U следует использовать стяжки длиной 360 мм.

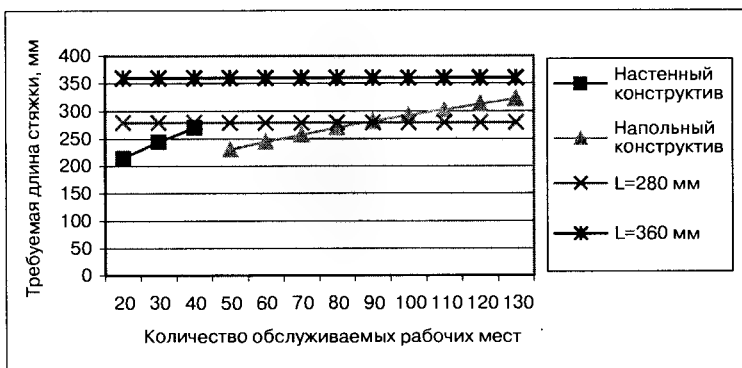


Рис. 5.14. Зависимость требуемой длины стяжки от числа рабочих мест, обслуживаемых КЭ

При прокладке кабельных пучков и жгутов, укладываемых на лотки за фальш-потолком, крепление стяжками согласно разделу 3.8.3.3 осуществляется через 100 см. В этом случае из-за больших объемов фиксируемых кабелей рекомендуется применять пластиковые стяжки максимальной длины, которая на практике составляет обычно 550 мм.

5.4.3. Элементы крепления оборудования в 19-дюймовом конструктиве

Основным средством установки оборудования в 19-дюймовом конструктиве является их крепление в нескольких точках к монтажным рельсам квадратными гайками и винтами М6¹.

При этом из-за сравнительно небольшой глубины и массы подавляющего большинства разновидностей сетевого оборудования и коммутационных устройств крепление осуществляется к передней паре рельсов монтажного конструктива. Использование дополнительных элементов типа полок, поддерживающих кронштейнов и т.д. практикуется сравнительно редко как из-за необходимости дополнительных затрат, так и из-за отсутствия штатных средств механической фиксации установленных в них приборов в рабочем положении. В подавляющем большинстве случаев оборудование, предназначенное для установки в 19-дюймовом конструктиве, не комплектуется упомянутыми выше винтами и гайками как штатным элементом поставки².

На основании этого расчет и поставка этих изделий выполняется отдельно.

Для определения количества комплектов «квадратная гайка – винт М6», предположим, что:

- коммутационное поле построено в соответствии с правилами, приведенными в разделе 4.6.3;
- для формирования различных функциональных секций коммутационного поля используются преимущественно 1-юнитовые варианты различных устройств как более гибкие и удобные в монтаже.

Большинство компонентов, устанавливаемых на монтажные рельсы конструктива, крепится в четырех точках. Исключение составляет источник бесперебойного питания в стоечном исполнении, который из-за своей значительной массы должен крепиться в восьми точках (по четыре на передних и задних монтажных рельсах). В данной ситуации можно дать достаточно точную оценку снизу количества элементов крепления, расходуемых в процессе организации различных функциональных секций коммутационного поля. Точный расчет количества комплектов «квадратная гайка – винт М6» без привлечения дополнительной

¹ На практике ограниченное распространение получили также другие разновидности крепежных элементов винтового типа, однако они крайне редко встречаются при построении СКС в нашей стране и поэтому в дальнейшем не рассматриваются.

² Известны лишь единичные образцы коммутационных панелей с розетками модульных разъемов, в комплектацию которых входят крепежные винты. По замыслу разработчиков это повышает эстетические показатели их изделий.

информации (то есть только при проектировании СКС) невозможен, так как с помощью данных элементов осуществляется также монтаж оборудования ЛВС, системы бесперебойного питания и других устройств более высоких уровней информационно-вычислительной системы предприятия. Результаты этой оценки приведены в табл. 5.16 и свидетельствуют о том, что количество комплектов «квадратная гайка – винт М6» примерно равно числу обслуживаемых рабочих мест или же превышает его в 1,2 раза в зависимости от выбранного способа организации коммутационного поля.

Таблица 5.16. Оценка удельного расхода элементов крепления оборудования в 19-дюймовом напольном монтажном конструктиве КЭ

Тип организации коммутационного поля	Коммутационное соединение (cross-connect)	Коммутационное подключение (interconnect)
Количество обслуживаемых рабочих мест	N	N
Панели горизонтальных кабелей с организаторами	$\frac{12}{24}N$	$\frac{12}{24}N$
Панели отображения портов сетевого оборудования ЛВС с организаторами	$\frac{12}{48}N$	–
Активное оборудование ЛВС с организаторами	$\frac{12}{30}N^*$	$\frac{12}{30}N^*$
Панели телефонной станции	$\frac{4}{96}N$	$\frac{4}{96}N$
Оптическая панель внутренней магистрали с организатором	8	8
Источник бесперебойного питания	8	8
Этажный коммутатор ЛВС или локальный стоечный сервер	4	4
Вентиляторная полка	4	4
Итого	$(1,19 + \frac{24}{N})N$	$(0,94 + \frac{24}{N})N$

* В соответствии с рис. 4.16 при построении ЛВС на основе коммутаторов можем принимать это значение равным $\frac{12}{36}N$, а если ее основу составляют концентраторы, то оно увеличивается до $\frac{18}{36}N$. В данном случае при расчете величины оценки принято среднее значение.

Поставка крепежных элементов обычно осуществляется упаковками по 50 или 100 штук. Общее количество данного вида монтажных компонентов, используемых при установке оборудования в конкретной кроссовой, находится делением оценки, приведенной в табл. 5.16, на объем упаковки стандартной поставки с последующим округлением до ближайшего целого сверху. Данное округление, кроме того, несколько уменьшает общую результирующую ошибку оценки.

5.5. Элементы маркировки

Большие объемы оборудования самого разнообразного назначения, затрачиваемого на создание структурированной кабельной проводки, определяют достаточно жесткие требования, предъявляемые к маркировке как в процессе строительства СКС, так и при сдаче системы в эксплуатацию.

5.5.1. Маркируемые компоненты и нормативная база

Общие положения по маркировке изделий электротехнического назначения, к которым может быть отнесена СКС, содержатся в отечественном ГОСТ 18620-86 [113]. Согласно пункту 2.1 этого стандарта маркировка должна содержать основные и дополнительные маркировочные данные, характеризующие изделие. При этом количество маркировочных данных должно быть минимальным и обеспечивать нормальную эксплуатацию. Кроме того, в соответствии с требованиями, изложенными в пунктах 3.1 и 3.2, маркировка должна наноситься непосредственно на изделие и быть доступной для обзора и прочтения в процессе монтажа и эксплуатации.

Основные правила и принципы выполнения маркировки отдельных компонентов применительно конкретно к СКС содержатся в национальном стандарте США TIA/EIA-606 [114] и международном стандарте ISO/IEC 14763-1 [115]. В перечень маркируемых элементов согласно этим нормативным документам входят:

- кабели;
- коммутационное оборудование;
- оконечные и коммутационные шнуры;
- розетки;
- неразъемные соединители различного назначения;
- лотки и корпуса;
- элементы заземления.

Оба указанных выше стандарта не ограничивают проектировщика кабельной системы выбором конструктивного исполнения меток. Допускается использование как клеевых меток в виде этикеток, так и маркеров со сменными надписями (маркирующих вставок). Для маркировки кабельных изделий рекомендуется применение самоламинирующихся маркеров, обладающих повышенной стойкостью к воздействию различных факторов окружающей среды и полностью соответствующих требованиям ГОСТ 18620-86, пункт 5.1 по таким параметрам, как нестираемость в процессе эксплуатации и устойчивость к воздействию механических и климатических факторов, перечисленных в пункте 5.5 этого стандарта.

Большие объемы коммутационного оборудования, монтируемого в технических помещениях современных СКС, создают для эксплуатационного персонала определенные сложности в быстром поиске места нахождения конкретной розетки. Для

упрощения и ускорения процесса поиска американский стандарт TIA/EIA-606 вводит цветовую кодировку коммутационного оборудования различных функциональных секций (см. табл. 4.16 главы 4). Для реализации цветовой кодировки используются различные технические средства, ориентированные на установку как на коммутационных панелях, так и на шнуровых изделиях. Это могут быть сменные надписи, различного рода маркирующие таблички и иконки. Реже применяется заводская окраска отдельных компонентов в стандартизованные цвета.

Применение принципа цветовой кодировки в проектной документации потенциально увеличивает также информативность и наглядность структурных схем СКС. Практика проектирования и реализации кабельных систем показывает однако, что в нашей стране цветовая кодировка какого-либо заметного распространения не получила. Вероятно, та же самая ситуация по состоянию на середину 2001 года имела и за рубежом. В качестве обоснования этого утверждения можно сослаться на международный стандарт ISO/IEC 14763-1 по администрированию СКС, который равным образом не предусматривает использование принципов цветовой кодировки отдельных функциональных секций.

Маркирующие элементы, применяемые на этапе создания СКС, будем в дальнейшем называть технологическими. Их использование существенно ускоряет и упрощает монтаж. Маркеры, устанавливаемые на отдельные компоненты СКС перед сдачей ее в эксплуатацию, называются финишными. Наличие финишной маркировки является необходимым условием нормального администрирования СКС. В составе многих изделий СКС (панели, розетки и т.д.) уже имеются штатные элементы маркировки. Элементы маркировки, отсутствующие в составе маркируемого оборудования и приобретаемые у фирм, специализирующихся на поставке этого вида продукции, называются в дальнейшем дополнительными.

Подавляющее большинство панельных коммутационных компонентов СКС, устанавливаемых в технических помещениях различного уровня и на рабочих местах пользователей, имеют штатные элементы маркировки. Функциональные возможности этих элементов позволяют осуществлять нормальную финишную маркировку в процессе создания и последующей эксплуатации кабельной системы. Необходимость использования дополнительной технологической маркировки возникает только в процессе строительства во время прокладки линейных кабелей. Кроме того, дополнительными элементами финишной маркировки, как правило, снабжаются оконечный и коммутационные шнуры, используемые в технических помещениях.

В процессе составления технического проекта и выработки технического предложения выполняется расчет количества элементов дополнительной маркировки, которые затем используются для создания технологической и финишной маркировки компонентов СКС, в силу тех или иных причин не имеющих штатной маркировки.

Обязательными маркируемыми элементами СКС в этом контексте являются:

- оконечные шнуры в технических помещениях, в том числе в варианте монтажного шнура;

- коммутационные шнуры в технических помещениях;
- линейные кабели горизонтальной и магистральных подсистем;
- информационные розетки в рабочих помещениях пользователей.

Основанием для обязательной маркировки розеточных модулей коммутационных панелей и ИР, а также шнуров является требование ГОСТ Р МЭК 61210-99 [116], согласно которому ясной и четкой маркировкой должен быть снабжен каждый гнездовой и штыревой наконечник.

Относительно обозначения линейных кабелей наиболее целесообразным из отечественных нормативных документов является, по-видимому, СНиП 3.05.06-85, согласно пункту 3.103 которого каждая кабельная линия должна быть промаркирована и иметь свой номер или наименование. Пункт 3.104 этого же СНиП требует наличия маркировки в виде бирок на открыто проложенных кабелях и кабельных муфтах.

Размеры маркировочных знаков конкретного изделия должны выбираться в зависимости от размеров изделия, на которое наносится маркировка, а также от максимального расстояния, с которого можно разобрать содержание маркировки. ГОСТ 18620-86 в пункте 3.3 определяет, что маркирующие надписи наносятся ровно в строку и располагаются горизонтально. Согласно ГОСТ 23594-79 [117], пункт 12.2.2 в процессе работы может быть использована цветовая, буквенная, цифровая или буквенно-цифровая маркировка, причем допускается одновременное применение двух видов маркировки. Буквенная маркировка составляется из букв русского и латинского алфавита, цифровая маркировка должна состоять из арабских цифр.

Маркирующие индексы, наносимые на маркируемые элементы и применяемые на схемах и чертежах проектной документации, должны быть одинаковыми.

5.5.2. Принципы формирования маркирующих индексов

Уникальный алфавитный, цифровой или алфавитно-цифровой индекс, наносимый на стандартный маркирующий элемент, является тем средством рабочей идентификации компонентов СКС, который несет в себе основную информацию о маркируемом компоненте и его функциональных возможностях. Для его формирования обычно используется интуитивно понятный подход. В его основу положено то соображение, что символы маркировки непосредственно передают данные о нахождении того или иного маркируемого компонента СКС пользователю с минимальным уровнем подготовки. Исходя из этого принципа, например, как технологическая, так и финишная маркировка кабеля должна давать информацию о нахождении второго конца. Применительно к ИР одна из возможных схем маркировки может выглядеть следующим образом:

NNN-X-Y,

где NNN – номер комнаты, сформированный в соответствии с выбранным в организации принципом (обычно номер этажа плюс текущий номер помещения на этом этаже, записываемые подряд без дефиса и иных разделителей);

X – номер розетки в кабинете (как правило, отсчитывается от входа слева направо);

Y – номер розеточного модуля.

Печать маркирующих надписей в случае отсутствия специализированного программного обеспечения (например, CodeSoft фирмы Brady) рекомендуется осуществлять с помощью шаблона, представляющего собой таблицу Excel, отформатированную особым образом с учетом габаритов отдельных этикеток и их расположения на листе.

5.5.3. Выбор типа элементов маркировки и определение их расхода

Для выполнения маркировки используется большое количество самых разнообразных специализированных элементов. Однако можно констатировать, что основная их масса выполняется в виде клеевых этикеток и самоламинирующихся маркеров. Поставка этой разновидности маркирующих элементов осуществляется на листах стандартного для писчей бумаги формата, что позволяет наряду с выполнением надписей ручным способом выполнять печать на обычном офисном принтере.

Величина расхода маркирующих компонентов различных видов определяется следующими факторами:

- типом применяемой маркировки (технологическая и финишная);
- правилами маркировки применительно к отдельному компоненту (в одной или нескольких точках) и количеством этих компонентов;
- количеством элементов маркировки на стандартном листе.

В случае использования многопользовательских розеток MUTOA согласно стандарту TIA/EIA-568-B.1, пункт 6.4.1.4 дополнительно требуется, чтобы на розетке наряду с наличием штатной маркировки отдельных портов была указана максимальная допустимая длина оконечного шнура на рабочем месте. В зависимости от формы конструктивного исполнения такой розетки предпочтительным видом маркировки отдельных ее портов являются клеевые этикетки или сменные надписи.

Кроме того, может понадобиться некоторое количество маркеров (реализуемых, главным образом, в форме клеевых этикеток) для выполнения маркировки других элементов, не относящихся непосредственно к тракту передачи сигналов. Их количество и вид конструктивного исполнения целиком и полностью определяется особенностями конкретного проекта.

Таким образом, алгоритм расчета объема поставки маркеров конкретного типа сводится к определению их общего количества с делением на число элементов на стандартном листе с последующим округлением результата вверх до ближайшего целого. Информация, необходимая для вычисления расхода элементов маркировки и объемов их поставки, приведена в табл. 5.17.

Таблица 5.17. Расход различных видов маркирующих элементов в процессе построения СКС (на примере продукции фирмы Brady)

Вид компонента СКС	Тип маркировки	Вид маркировки	Расход	Количество маркеров на листе	Тип маркера
Горизонтальный кабель	Технологическая	Самоламинирующий маркер	2 – на проброс	64	LAT-34-292-10
	Финишная	Самоламинирующий маркер	2 – на проброс	49	LAT-18-361-2.5
Могистрольный кабель	Технологическая	Сомоламинирующий маркер	2 – на проброс	21	LAT-19-361-2.5
	Финишная	Самаламинирующий маркер	2 – на проброс	21	LAT-19-361-2.5
Оконечные, кроссовые и коммутационные шнуры	Финишная	Самаламинирующий маркер	2 – на шнур	49	LAT-18-361-2.5
Монтажные шнуры	Финишная	Самаламинирующий маркер	1 – на шнур	49	LAT-18-361-2.5
Розеточные модули ИР	Финишная	Клеевая этикетка	1 – на парт	290	ELAT-32-747W-10

ГЛАВА VI

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ И ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

6.1. Подготовка технического предложения

6.1.1. Общие положения

Во введении уже отмечалось, что реализация структурированной кабельной проводки представляет собой индивидуальный проект, полный учет нюансов и особенностей которого наглядно демонстрирует уровень подготовки всего коллектива специалистов, участвующих в его реализации, и проектировщика в частности. Пожалуй, в наиболее полной форме уровень профессиональной квалификации проектировщика проявляется в процессе подготовки технических предложений, которые в соответствии с реалиями сегодняшнего дня выполняются в условиях дефицита времени, отсутствия полного комплекса необходимых исходных данных и зачастую некорректно поставленной заказчиком задачи.

Подготовка технического предложения обычно осуществляется менеджером отдела (сектора) кабельных систем или локальных вычислительных сетей. В крупных компаниях эта функция часто выполняется техническим специалистом, работающим в конструкторском бюро по заданию менеджера или продавца в соответствии с полученными от этих сотрудников исходными данными. Процесс подготовки технического предложения имеет следующие основные особенности:

- техническое предложение должно давать заказчику исчерпывающее представление как о технических решениях и параметрах создаваемой кабельной системы, так и о стоимости СКС, порядке финансирования проекта и сроках реализации;
- от технического предложения в большинстве случаев не требуется высокой точности проведения расчетов; опыт показывает, что вполне допустима ошибка в 20%, поскольку оно достаточно часто рассматривается заказчиком как предварительная оценка и используется главным образом для уточнения требований к СКС и как основание для включения расходов на создание и модернизацию кабельной системы в финансовый план своего предприятия;

- составление технического предложения не должно отнимать у проектировщика и менеджера много времени¹.

Достичь достаточно хорошо сбалансированного сочетания полноты представления материала, точности расчетов и времени подготовки технического предложения можно, в частности, при выполнении следующих условий:

- наличие стандартного вопросника, ответы на основные пункты которого позволяют определить структуру кабельной системы и выполнить с приемлемой точностью прикидочный расчет и обоснование как спецификации используемого оборудования, так и перечня работ, выполняемых в процессе реализации СКС без выезда на объект;
- применение специалистом, разрабатывающим техническое предложение, заготовок или шаблонов основных видов документов, передаваемых заказчику в процессе выполнения процедуры формирования технического предложения;
- привлечение для обработки запросов статистических закономерностей, в обязательном порядке проявляющихся в любом проекте по реализации кабельной проводки. В данной ситуации выполнение основной массы рутинных операций может быть переложено на средства вычислительной техники, расчеты ведутся в автоматическом режиме. Это существенно ускоряет работу, минимизирует количество ошибок, вызываемых человеческим фактором, и позволяет провести быстрый первичный анализ нескольких возможных вариантов построения кабельной системы непосредственно в присутствии представителя заказчика.

Точность расчета на этапе формирования технических предложений (эскизно-го проектирования) существенно зависит от точности задания исходных данных и глубины их детализации. Сбор исходной информации об объекте в полном объеме является достаточно трудоемкой процедурой, что следует хотя бы из простого перечня вопросов, приведенных в разделе 2.2.1. На этапе эскизного проектирования и формирования коммерческого предложения столь высокая степень детализации исходных данных в подавляющем большинстве случаев является излишней, поэтому пользуются краткой формой опросника, приведенного ниже:

- общее количество рабочих мест, их распределение по кабинетам, залам и прочим рабочим помещениям;
- состав типовой ИР рабочего места;
- габаритные размеры здания;
- количество этажей и высота потолка;
- места расположения технических помещений;
- наличие фальшполов и фальшпотолков;
- наличие и расположение стояков.

¹ Опыт компании АйТи показывает, что количество проектов, выведенных на стадию практической реализации, составляет примерно 5% от количества положительных обращений партнеров и пользователей. При этом данное значение, фактически равное КПД паровоза, весьма слабо зависит от глубины проработки материала, включаемого в состав стандартного технического предложения, сверх необходимых норм стандартов.

Опыт показывает, что даже приблизительные ответы на содержащиеся в нем вопросы, не вызывающие каких-либо сложностей в подавляющем большинстве случаев у ответственных представителей заказчика, дают достаточно высокую адекватность и точность формирования технического предложения.

6.1.2. Формат представления и шаблоны документов

Заказчику при его обращении в компанию, работающую на рынке реализации проектов СКС, в составе технического (иначе эскизного, бюджетного или коммерческого) предложения передается более или менее полный комплект документов, содержащий в себе основные сведения по структуре предлагаемой для реализации кабельной системы. Комплект этих документов в минимальной форме должен включать в себя общее описание структуры кабельной системы и ее функциональных возможностей, информацию о сроках и этапах процесса монтажа, а также спецификацию поставляемого оборудования и перечень выполняемых работ.

Техническое предложение в общем случае включает в себя текстовую и табличную части, а также приложения.

В текстовую часть технического предложения (пояснительную записку) включаются:

- описание структуры СКС и технические характеристики кабельной системы с глубиной проработки этих вопросов на уровне эскизного проекта (см. раздел 2.2.2);
- сведения об уровне гарантий и сервисной поддержки кабельной системы;
- информация о времени реализации проекта;
- различные дополнительные сведения, которые могут оказаться полезными заказчику в процессе принятия решения о выборе исполнителя (например, условия и варианты финансирования проекта, план-график поставки оборудования и выполнения работ и т.д.).

Табличная часть технического предложения обычно представляет собой предварительную спецификацию оборудования и материалов вместе с перечнем выполняемых работ.

В приложения иногда включаются подборки копий документов, показывающих уровень профессиональной квалификации компании-разработчика и наличие у нее опыта, достаточного для реализации предлагаемого технического решения. Примерный перечень этих документов включает в себя:

- общие сведения о компании, разработавшей технические предложения (так называемый профайл);
- список проектов, реализованных разработчиком;
- отзывы заказчиков о ранее выполненных проектах;
- копии фирменных сертификатов сотрудников компании и лицензии на различные виды деятельности, которыми обладает исполнитель как юридическое лицо.

Крайне желательно, чтобы упомянутые документы имели формат, единый на уровне организации-разработчика и утвержденный, например, стандартом предприятия. В документах обязательно указываются наименование и адрес предприятия, а также телефоны и фамилия контактного лица, разработавшего техническое предложение или являющегося ведущим специалистом (ответственным исполнителем) по данному конкретному проекту. На титульном листе и в колоннитулах отдельных листов документов возможно размещение логотипа и общей информации о компании-разработчике.

Эффективным средством рационализации работы технического специалиста в процессе подготовки технического предложения является использование так называемых шаблонов или заготовок. Шаблон представляет собой текстовый и/или табличный документ, содержащий постоянную и переменную части. В постоянную часть включается информация, присутствующая во всех предложениях, например название отдельных разделов и содержание отдельных пунктов, наименование и реквизиты компании-разработчика и т.д. Переменная часть заполняется применительно к конкретному проекту и учитывает его специфические особенности.

На уровне текстовой части известно два подхода к формированию шаблона, основанных на использовании функциональных возможностей современных текстовых редакторов типа Microsoft Word. Согласно первому из них постоянная часть документа оформляется в виде полей, недоступных для изменения при работе в обычном режиме. Переменная часть вводится в виде обычного текста. Второй подход основан на внесении в основной текст документа кратких методических указаний по заполнению переменной части предложения. Данные указания выделяются определенным цветом или заливкой отдельных абзацев (чаще всего красным или зеленым) и удаляются после завершения работы над документом.

Шаблоны табличных документов представляют собой бланки, выполненные в соответствии с требованиями стандартов и включающие в себя некоторую дополнительную информацию, специфичную для компании-разработчика.

6.2. Принципы ускорения и средства автоматизации процесса подготовки технических предложений

Несмотря на индивидуальный характер процесса построения структурированной кабельной проводки, практически в любом проекте можно выделить ряд общих этапов, работа в расчетной и оформительской части которых выполняется по практически одинаковым правилам и принципам. С учетом данного обстоятельства на практике находят широкое применение средства ускорения формирования типовых документов, основанных на частичной или полной автоматизации расчетных процедур и прочих рутинных операций. Основной целью таких программных продуктов или даже их комплексов является подготовка предварительной

(эскизной) спецификации поставляемого оборудования и выполняемых работ. Наличие этого документа позволяет конкретизировать как состав поставляемого оборудования и объем необходимого финансирования, так и время выполнения проекта.

По состоянию на середину 2001 года известен ряд реализации таких программных продуктов. Наиболее часто для этого используется электронная таблица Excel (фирмы АйТи и LANHOST). Возможно также применение системы AutoCAD. Основным назначением программ рассматриваемой разновидности является быстрое формирование спецификационной части технического предложения, дающей общее представление о составе поставляемого оборудования с его разбивкой по отдельным подсистемам и перечне выполняемых работ. Кроме того, такие продукты позволяют получить оценку стоимости реализации проекта.

В подавляющем большинстве случаев средства автоматизации процесса проектирования допускают автономную работу на обычном персональном компьютере. Разработчики продукта netwizard [118] также использовали стандартный для компьютерной техники принцип диалогового режима работы, однако он ведется через Internet.

В процессе разработки средств автоматизации процесса проектирования используются следующие основные положения:

- основным элементом, вокруг которого ведутся все расчеты, является так называемый коммутационный центр;
- наибольшая точность при использовании процедур автоматических расчетов достигается при расчете горизонтальной подсистемы, затраты на которую составляют основную долю стоимости кабельной проводки;
- основная масса рутинных операций выполняется средствами вычислительной техники, оператором лишь осуществляется задание некоторых расчетных констант и выбор типа элементной базы, на которой реализуется СКС.

В случае реализации программы подготовки технического предложения (генератор технических предложений) на основе электронной таблицы Excel процесс формирования спецификации в широкой степени автоматизируется за счет использования стандартных встроенных функций Excel и специально разработанных макрокоманд (макросов). Вызов макросов осуществляется нажатием связанных с ними кнопок. При необходимости пользователь даже с минимальным уровнем подготовки за счет применения функций записи и средств Visual Basic может легко модифицировать эти макросы под свои нужды или добавлять новые.

Опыт работы показывает, что общее время подготовки спецификации эскизного проекта с помощью генератора обычно не превышает 10 минут. При этом ошибка расчетов составляет максимум 20% и в большинстве случаев не выходит за пределы 10%.

Для облегчения работы с программным продуктом часть параметров может задаваться с помощью движковых переключателей и счетчиков.

Результатом работы любого программного продукта является более или менее полный набор документов, представленный ниже:

- спецификация поставляемого оборудования и выполняемых работ;
- структурная схема проектируемой сети;
- схема размещения оборудования в монтажном конструктиве;
- проект технического задания на создаваемую систему.

6.3. Работы по монтажу СКС и оценка продолжительности реализации кабельной системы

6.3.1. Организация работ

До начала монтажа оборудования СКС в соответствии с главой 2 норм ОСТН-600-93 исполнитель принимает от заказчика отдельные помещения в составе, обеспечивающем монтаж комплекса оборудования, а также хранение оборудования и материалов. Принимаемые помещения должны быть изолированы от других помещений здания. В принимаемых помещениях должны быть закончены все строительные и отделочные работы. Они должны быть оборудованы электроснабжением, освещением, вентиляцией и другими необходимыми системами инженерного обеспечения здания. В помещениях должны быть оставлены необходимые проемы, а также смонтированы и введены в действие предусмотренные проектом устройства для транспортировки оборудования (лифты, подъемники и т.д.).

Освещенность, температура и относительная влажность воздуха в помещениях, принимаемых под монтаж, должна удовлетворять нормам, изложенным в разделах 3.2 и 3.3.

Помещения под монтаж принимаются комиссией, назначаемой заказчиком. В состав комиссии включаются представители заказчика и монтажной организации. Приемка оформляется двухсторонним актом. В процессе приемки помещений под монтаж проверяется соответствие проекту размеров кабельных каналов, скрытых трубопроводов и ниш, закладных элементов, проемов и других аналогичных конструкций.

При обнаружении в процессе приемки существенных отклонений фактического исполнения помещений и отдельных конструкций здания от проекта, исключающих выполнение монтажных работ, помещение под монтаж не принимается. В этом случае заказчик должен получить разрешение проектной организации о возможности использования помещений, откорректировать при необходимости рабочие чертежи и выполнить необходимые строительные работы.

6.3.2. Основные виды работ по монтажу

В процессе монтажа *электрической подсистемы СКС* производят следующие основные виды работ:

- прокладка горизонтальных и магистральных кабелей;

- монтаж ИР и установка в них розеточных модулей с подключением к ним горизонтальных кабелей;
- монтаж коммутационных панелей различных видов в технических помещениях разного уровня и подключение к ним горизонтальных и магистральных кабелей;
- тестирование смонтированных линий и трактов.

К основным видам работ, выполняемым в процессе монтажа *оптической подсистемы СКС*, относятся [119]:

- прокладка кабелей по кабельным трассам различных видов;
- монтаж оконечных и промежуточных муфт различного назначения;
- измерения параметров кабелей до прокладки, а также линий и трактов различных видов после завершения работ по их монтажу.

В случае использования при строительстве подсистемы внешних магистралей муфт для сращивания отдельных строительных длин оптических кабелей или их ветвления производятся следующие виды работ [120]:

- подготовка кабелей к монтажу;
- спайка медных жил и стальных проволок (при их наличии);
- подготовка и сварка оптических волокон;
- укладка волокон с гильзами КДСЗ в сплайс-пластину (кассету);
- монтаж внешней полиэтиленовой муфты;
- герметизация муфты;
- установка муфты на штатное место.

Дополнительно в процессе проведения монтажных работ по созданию СКС осуществляются:

- монтаж декоративных коробов в рабочих помещениях для размещения пользователей и кабельных каналов различных видов в коридорах;
- установка и сборка монтажных конструктивов в технических помещениях различного назначения;
- финишная маркировка различных изделий и документирование СКС (коррекция рабочей документации или составление исполнительной документации).

При расчете сроков выполнения отдельных этапов работ и подготовке плана-графика в качестве ориентира можно использовать типовые показатели производительности труда, указанные в табл. 6.1. Приведенные там значения получены при условии отсутствия мебели, наличия правильной технологической маркировки, корректной и полной рабочей документации, нормальной организации производственного процесса и т.д.

Для оценки общей продолжительности работ по реализации крупных проектов (начиная от нескольких десятков рабочих мест и более при условии наличия магистральной подсистемы) аналогично расчетам общего количества отдельных

компонентов можно привлекать статистические закономерности. Согласно накопленной статистике среднюю эмпирическую интегральную производительность труда одного достаточно опытного и надлежащим образом обученного монтажника можно оценить значением 1–1,5 порта СКС за 8-часовой рабочий день.

Таблица 6.1. Ориентировочные значения производительности труда монтажников СКС на некоторых часто выполняемых операциях

Вид работ	Исполнитель	Выработка за 8-часовой рабочий день
Установка декоративных коробов на высоте до 1,5 м	Монтажное звено	75 м (с уголками)
Установка декоративных коробов на высоте более 1,5 м	Монтажное звено	40 м (с уголками)
Прокладка горизонтальных кабелей на высоте до 1,5 м	Монтажное звено	1000 м
Прокладка горизонтальных кабелей на высоте более 1,5 м	Монтажное звено	700 м
Прокладка кабелей подсистемы внутренних магистралей	Монтажное звено	200 м
Установка розеточных модулей и подключение горизонтальных кабелей к розеточным модулям ИР	Монтажник	50 розеточных модулей
Подключение горизонтальных кабелей к коммутационному и кроссовому оборудованию	Монтажник	600 пар
Подключение магистральных кабелей к коммутационному и кроссовому оборудованию	Монтажник	900 пар
Оконцовка волокон вилками оптических разъемов, сборка оптических полок и муфт с их монтажом на штатном месте	Монтажное звено	30 волокон
Тестирование линий структурированной кабельной системы	Монтажное звено	100 электрических кабельных линий, 30–50 оптических волокон

6.3.3. Работы по приемке СКС

Процедура организации работ в процессе приемки в эксплуатацию законченных строительством кабельных систем определяется СНиП 3.01.04-87 [121]. Согласно этим нормам законченные строительством объекты в соответствии с утвержденным проектом предъявляются приемочным комиссиям. При этом в соответствии с московскими городскими строительными нормами МГСН 8.01-00 [122] приемка объекта осуществляется в соответствии с условиями договора (контракта). Комиссия должна проверить соответствие смонтированного оборудования проекту, соответствие выполненных работ нормам и правилам, готовность кабельной системы к эксплуатации.

Приемочные комиссии назначаются решением, приказом, распоряжением или другим аналогичным актом организации-заказчика. В состав комиссии включаются

представители заказчика, генерального подрядчика и субподрядных организаций, органов пожарного надзора и т.д. Председателем комиссии согласно пункту 3.2 СНиП 3.01.04-87 является представитель заказчика. Комиссия должна быть создана не позднее чем в 5-дневный срок после письменного извещения генерально-го подрядчика о готовности кабельной системы к сдаче.

6.4. Принципы и правила оформления проектной документации

6.4.1. Общие положения

В соответствии с положениями ГОСТ 21.101-97 [123] проектную документацию комплектуют в тома с разбивкой, как правило, по отдельным разделам. Каждый том получает свой уникальный идентификационный номер, который выполняется арабскими цифрами, например том 1, том 2 и т.д. При большом объеме предоставляемого материала или по иным соображениям тома делят на части. В этом случае тома нумеруют по типу: том 1.1, том 1.2 и т.д. Текстовые и графические материалы, включаемые в том, комплектуют в следующем порядке:

- обложка;
- титульный лист;
- содержание;
- состав проекта;
- пояснительная записка;
- основные чертежи.

В каждый том проектной документации брошюруется не более 250 листов формата А4, 150 листов – формата А3, 75 листов – формата А2 и 50 листов – формата А1. При этом листы форматов А1, А2 и А3 включаются в том в сложенном по формату А4 виде.

Каждый лист графического и текстового документа должен иметь основную надпись и дополнительные графы к ней. Основные надписи, дополнительные графы к ним и рамки выполняют сплошными толстыми основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303-68.

Графические и текстовые документы, брошюруемые в виде тома, альбома, выпуска или в другой издательской форме, оформляют с титульным листом.

Допускается не выполнять титульный лист и не брошюровать текстовые рабочие документы небольшого объема. В этом случае первый лист документа оформляют основной надписью.

Все листы сброшюрованного документа, начиная с титульного, должны иметь сквозную нумерацию страниц. Обложка, которая является обязательным элементом сброшюрованной текстовой и графической документации, в этот перечень не включается. Титульный лист не нумеруется. Номер страницы указывают в правом верхнем углу рабочего поля. Кроме того, в основной надписи

текстовых и графических документов, включенных в том и имеющих самостоятельное обозначение, приводят порядковую нумерацию листов в пределах документа с одним обозначением.

На титульных листах ставятся подписи руководителя и главного инженера организации, а также главного инженера проекта или лиц, их замещающих.

В отдельных случаях проектировщик или заказчик в силу каких-либо причин считает нецелесообразным приводить в разрабатываемой документации наименование организации, а также должности и фамилии лиц, подписывающих эти документы. В этом случае подписи и должности лиц, принимающих участие в разработке и утверждении документа, ставятся на отдельном листе утверждения.

6.4.2. Особенности оформления текстовой части проектной документации

Под текстовой проектной документацией понимаются документы, содержащие в основном только текст. В качестве примера таких документов можно указать ТУ, расчеты, пояснительные записки, инструкции и т.д. Их оформление ведется в соответствии с ГОСТ 2.105-95 [124]. Согласно этому межгосударственному стандарту стран СНГ текстовые документы выполняются на формах, установленных соответствующими стандартами ЕСКД и СПДС.

При необходимости текст документа разделяют на разделы и подразделы. Наиболее мелкой отдельной самостоятельной единицей текстового документа является пункт. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах документа, обозначенные арабскими цифрами. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера раздела и подраздела разделяются точкой. По аналогичной схеме строится нумерация пунктов подразделов.

Разделы и подразделы обязательно должны иметь заголовки, к пунктам данное положение не относится.

Текст документа должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований. При изложении обязательных требований в тексте должны употребляться слова «должен», «следует», «необходимо», «требуется, чтобы», «разрешается только», «не допускается», «запрещается», «не следует». При изложениях других положений следует применять слова «могут быть», «как правило», «при необходимости», «может быть» и др.

В документах должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

Примечания приводятся в документах, если они включают в себя пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц и графических материалов. Примечания не должны содержать требований. Они помещаются непосредственно после относящихся к ним текстового и графического материалов, а также таблиц.

В текстовом документе допускаются ссылки на стандарты, ТУ и другие документы. Ссылаться следует на документ в целом, на его разделы и приложения. Ссылки на подразделы, пункты, таблицы и иллюстрации других текстовых документов не

допускаются. Это правило не действует в отношении данного документа, внутри которого разрешается ссылаться на указанные выше объекты.

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложения. Приложения оформляются как продолжение данного документа или выпускаются в виде самостоятельного документа. Сами приложения могут быть обязательными или информационными, причем последние делятся на рекомендуемые и справочные. В тексте документа на все приложения должны быть сделаны ссылки.

Текстовая часть проектной документации может выпускаться в виде подлинников и копий. Подлинники текстовых документов выполняются одним из следующих способов:

- машинописным;
- рукописным;
- с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ;
- на магнитных носителях.

Для изготовления копий текстовых документов может быть использована одна из следующих технологий:

- типографский способ;
- ксерокопирование;
- микрофильмирование;
- копирование на магнитные носители.

Документация, предназначенная для микрофильмирования, должна соответствовать требованиям системы стандартов «Репрография».

6.4.3. Особенности оформления спецификации

В качестве основного нормативного документа, регламентирующего правила оформления спецификации, могут быть использованы как упомянутый в предыдущем разделе ГОСТ 2.105-95, так и ГОСТ 21.110-95 [125]. Последний стандарт входит в систему проектной документации для строительства. Согласно этому межгосударственному стандарту стран СНГ под спецификацией применительно к рассматриваемой области понимается текстовый проектный документ, определяющий состав оборудования, изделий и материалов, необходимых для реализации СКС.

В спецификацию в обязательном порядке включаются все оборудование, изделия и материалы, предусмотренные рабочей документацией. В спецификацию не включаются отдельные виды изделий и материалы, номенклатуру и количество которых определяет строительно-монтажная организация на основе действующих технологических и производственных норм. Данный документ рекомендуется составлять по разделам, наименование каждого раздела выносится в отдельную строку в виде заголовка и подчеркивается¹.

¹ Так требует стандарт. На практике спецификации готовятся на компьютере в электронных таблицах Excel и заголовки зачастую выделяются только жирным шрифтом или курсивом без подчеркивания. Кроме того, наряду с исключением некоторых граф практикуется также изменение порядка их следования.

Содержательная часть спецификации оформляется в виде таблицы. В графе 1 этой таблицы указывается позиционное обозначение оборудования, предусмотренное рабочими чертежами. Графа 2 содержит наименование оборудования с его краткой технической характеристикой. В графе 3 приводятся тип и марка оборудования, ТУ и другие аналогичные данные. В графу 4 заносится код оборудования. Сведения о заводе-изготовителе, стране и фирме (для импортного оборудования) приводятся в графе 5. Графы 6 и 7 содержат единицы измерения и количество единиц оборудования. Графа 8 согласно ГОСТ 21.110-95 отведена под указание массы единицы оборудования. В графе 9 приводятся дополнительные сведения (примечание). Указанный выше стандарт допускает не заполнять некоторые графы. Первым листом спецификации является титульный лист, заполняемый по специальной форме.

В соответствии с ГОСТ 34.201-89 при включении этого документа в состав проектной документации ему может быть присвоен шифр с индексом В4.

Спецификация достаточно часто выполняется в форме неотъемлемой части или приложения к договору на поставку оборудования и реализацию кабельной системы. В данной ситуации она отдельно утверждается руководителями заказчика и подрядчика, подписи которых скрепляются гербовыми печатями их организаций. На основании этого в шаблоне данного документа необходимо предусмотреть соответствующие поля и графы. Кроме того, в данной ситуации в спецификации предусматриваются графы с указанием стоимости передаваемого заказчику оборудования, что является основанием для выполнения финансовых расчетов между договаривающимися сторонами, выписки накладных, постановки на баланс и прочих осуществляемых аналогичных финансовых и бухгалтерских операций.

6.4.4. Рабочие чертежи

Рабочие чертежи, предназначенные для производства строительных и монтажных работ, согласно ГОСТ 21.101-97, пункт 4.21 объединяются в так называемые основные комплекты по маркам. Любой основной комплект рабочих чертежей из соображений удобства использования может быть разделен на несколько основных комплектов той же марки с добавлением к ней порядкового номера. Схема разбиения на комплекты обычно осуществляется в соответствии с процессом организации строительных и монтажных работ.

Каждому основному комплекту рабочих чертежей присваивают обозначение, в состав которого включают базовое обозначение, устанавливаемое по действующей в организации системе, и через дефис – марку основного комплекта.

В состав основных комплектов рабочих чертежей включают общие данные по рабочим чертежам, выполняемые согласно ГОСТ 21.102-79 [126], а также чертежи и схемы, предусмотренные соответствующими стандартами СПДС. В частности, согласно ГОСТ 21.603-80, пункт 2.1 [95] в состав рабочих чертежей при необходимости дополнительно вводят:

- схемы, разъясняющие основные принципы организации связи;
- особые требования к системам;
- требования к монтажу систем.

6.4.4.1. Общие данные по рабочим чертежам

На первых листах каждого основного комплекта рабочих чертежей приводят общие данные по рабочим чертежам, включающие:

- ведомость рабочих чертежей основного комплекта;
- ведомость ссылочных и прилагаемых документов;
- ведомость основных комплектов рабочих чертежей;
- ведомость спецификаций (при наличии в основном комплекте нескольких схем расположения);
- условные обозначения, которые не установлены государственными стандартами и значения которых не указаны на других листах основного комплекта рабочих чертежей;
- общие указания;
- другие данные, предусмотренные соответствующими стандартами СПДС.

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта содержит последовательный перечень листов основного комплекта.

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов составляют по разделам:

- ссылочные документы;
- прилагаемые документы.

В разделе «Ссылочные документы» указывают документы, на которые приведены ссылки в рабочих чертежах, в том числе:

- чертежи типовых конструкций, изделий и узлов с указанием наименования и обозначения серии и номера выпуска;
- стандарты, в состав которых включены чертежи, предназначенные для изготовления изделий, с указанием их наименования и обозначения.

Ссылочные документы проектная организация выдает заказчику только по отдельному договору.

В разделе «Прилагаемые документы» указывают документы, разработанные в дополнение к рабочим чертежам основного комплекта, в том числе:

- рабочую документацию на строительные изделия;
- эскизные чертежи общих видов нетиповых изделий (выполняются при необходимости);
- спецификацию оборудования, изделий и материалов;
- локальную смету;
- другую документацию, предусмотренную соответствующими стандартами СПДС.

Прилагаемые документы проектная организация выдает заказчику одновременно с основным комплектом рабочих чертежей.

В общих указаниях приводят:

- основание для разработки рабочей документации (задание на проектирование, утвержденный проект);
- отметку, принятую в рабочих чертежах здания или сооружения условно за нулевую (как правило, ее приводят на архитектурно-строительных чертежах);
- запись о результатах проверки на патентоспособность и патентную чистоту впервые применяемых или разработанных в проекте технологических процессов, оборудования, приборов, конструкций, изделий и материалов, а также номера авторских свидетельств и заявок, по которым приняты решения о выдаче авторских свидетельств на используемые в рабочей документации изобретения;
- запись о том, что рабочие чертежи разработаны в соответствии с действующими нормами, правилами и стандартами;
- перечень видов работ, для которых необходимо составлять акты освидетельствования скрытых работ;
- сведения о том, кому принадлежит данная интеллектуальная собственность (при необходимости);
- другие необходимые указания.

В общих указаниях не следует повторять технические требования, помещенные на других листах основного комплекта рабочих чертежей, и давать описание принятых в рабочих чертежах технических решений.

6.4.4.2. Некоторые правила оформления рабочих чертежей

Чертежи выполняют в оптимальных масштабах с учетом их сложности и насыщенности информацией.

Масштабы на чертежах не указывают, за исключением чертежей изделий и других случаев, предусмотренных в соответствующих стандартах СПДС.

На изображении каждого здания или сооружения указывают координационные оси и присваивают им самостоятельную систему обозначений.

Координационные оси наносят на изображения здания, сооружения тонкими штрихпунктирными линиями с длинными штрихами, обозначают арабскими цифрами и прописными буквами русского алфавита (за исключением букв: Ё, З, И, О, Х, Ц, Ч, Щ, Ъ, Ы, Ь) в кружках диаметром 6–12 мм (рис. 6.1). Пропуски в цифровых и буквенных (кроме указанных) обозначениях координационных осей не допускаются.

Цифрами обозначают координационные оси по стороне здания и сооружения с большим количеством осей. Если для обозначения координационных осей не хватает букв алфавита, последующие оси обозначают двумя буквами (например, АА, ББ, ВВ).

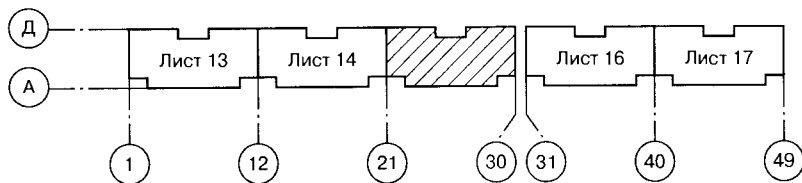


Рис. 6.1. Правила формирования координатных осей и выделения фрагмента изображения

Узлу, являющемуся полным зеркальным отражением другого (основного) исполнения, присваивают тот же порядковый номер, что и основному исполнению, с добавлением индекса «н».

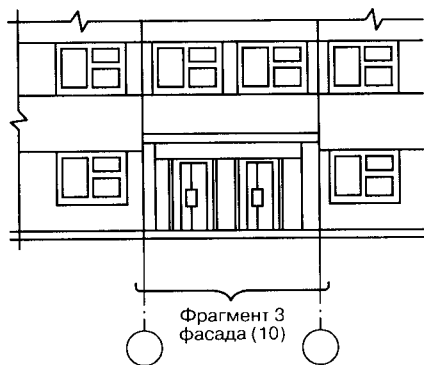


Рис. 6.2. Правило обозначения фрагментов

Фрагменты планов, разрезов, фасадов, как правило, отмечают фигурной скобкой в соответствии с рис. 6.2. Под фигурной скобкой, а также над соответствующим фрагментом наносят наименование и порядковый номер фрагмента. Если фрагмент помещен на другом листе, то дают ссылку на этот лист. Допускается ссылку на фрагмент помещать на полке линии-выноски.

Если изображение (например, план) не помещается на листе принятого формата, то его делят на несколько участков, размещая их на отдельных листах. В этом случае на каждом листе, где представлен участок изображения, приводят схему целого изображения с необходимыми координационными осями и выделяют штриховкой показанный на данном листе участок изображения в соответствии с рис. 6.1.

Если чертежи участков изображения помещены в разных основных комплектах рабочих чертежей, то над номером листа указывают обозначение соответствующего основного комплекта.

Если планы этажей многоэтажного здания имеют небольшие отличия друг от друга, то полностью выполняют план одного из этажей; для других этажей выполняют только те части плана, которые отличаются от плана, изображенного полностью. Под наименованием частично изображенного плана приводят запись: «Остальное см. план (наименование полностью изображенного плана)».

В названиях планов этажей здания или сооружения указывают отметку чистого пола, номер этажа или обозначение соответствующей секущей плоскости. При выполнении части плана в названии указывают оси, ограничивающие эту часть плана.

Допускается в названии плана этажа указывать назначение помещений, расположенных на этаже.

При разработке рабочих чертежей, по которым осуществляется монтаж линейных кабелей и коммутационного оборудования, наиболее целесообразно, по-видимому, пользоваться положениями стандарта ГОСТ 21.603-80. Согласно этому документу в составе комплекта рабочих чертежей разрабатывают:

- функциональную схему СКС;
- схемы или таблицы монтажных соединений;
- схемы и планы расположения сетей;
- схемы и планы расположения канализации;
- схемы и планы расположения коммутационных устройств.

В случае необходимости в состав последней разновидности документации включаются также схемы расположения активного сетевого оборудования.

На *функциональной схеме СКС* изображают технические помещения, количество и комплектацию ИР рабочих мест, кабели магистральных подсистем и линии связи для подключения к операторам внешних телекоммуникационных служб.

В *схемах и таблицах монтажных соединений* приводятся сведения о принципах подключения отдельных кабелей к коммутационному оборудованию. В схемах и таблицах соединений допускается приводить сведения о трассах и способах прокладки кабелей.

Схемы и планы расположения сетей представляют собой графическое изображение линейной части проектируемой системы. На этой схеме указывают коммутационное оборудование и его тип, кабели и провода различного назначения с указанием типа и длины, проходные и разветвительные муфты, наименования зданий в соответствии с генеральным планом территории. На планах указываются распределительные устройства, способ прокладки кабелей и проводов (по стене, в полу, в стояке, в лотках и трубах), установочные размеры и привязки.

На *схеме и планах расположения телефонной канализации* указывают контуры зданий или сооружений с учетом их взаимного расположения в соответствии с генеральным планом, номер или наименование зданий и сооружений, тип телефонной канализации, смотровых устройств с расстоянием между ними, а также количество каналов. Дополнительно приводятся расстояния между смотровыми устройствами.

Схемы и планы расположения коммутационных устройств содержат информацию о видах оборудования, расстоянии составных частей оборудования до строительных конструкций помещения с нанесением установочных размеров, размерах эксплуатационных проходов.

6.4.4.3. Правила внесения изменений в рабочую документацию, выданную заказчику

Изменением рабочего документа, ранее выданного заказчику, является любое исправление, исключение или добавление в него каких-либо данных без изменения обозначения этого документа. Обозначение документа допускается изменять

только в том случае, когда разным документам ошибочно присвоены одинаковые обозначения или в обозначении документа допущена ошибка.

Изменения вносят в подлинник документа. Внесение изменений в расчеты не допускается.

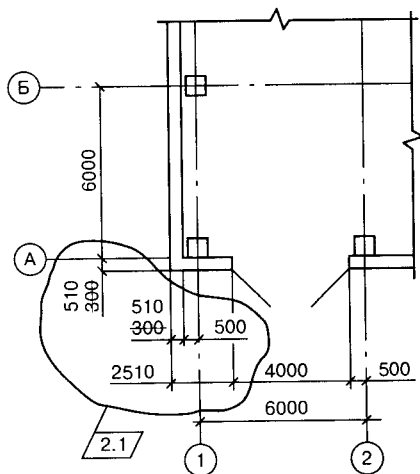


Рис. 6.3. Внесение изменений
в размеры

Копии листов (измененных, дополнительных и выпущенных вместо замененных листов) рабочей документации направляют организациям, которым ранее были направлены копии документов, одновременно с копиями общих данных соответствующего основного комплекта рабочих чертежей.

Изменение документа выполняют на основании разрешения на внесение изменений. Разрешение утверждает руководитель организации-разработчика документа или по его поручению другое должностное лицо.

Изменения в подлинники документов вносятся зачеркиванием или подчисткой (смывкой). При этом учитывают физическое состояние подлинника.

Изменяемые размеры, слова, знаки, надписи и т.д. зачеркивают сплошными тонки-

ми линиями и рядом проставляют новые данные (рис. 6.3).

При изменении изображения (части изображения) его обводят сплошной тонкой линией, образующей замкнутый контур, и крестообразно перечеркивают сплошными тонкими линиями (рис. 6.4).

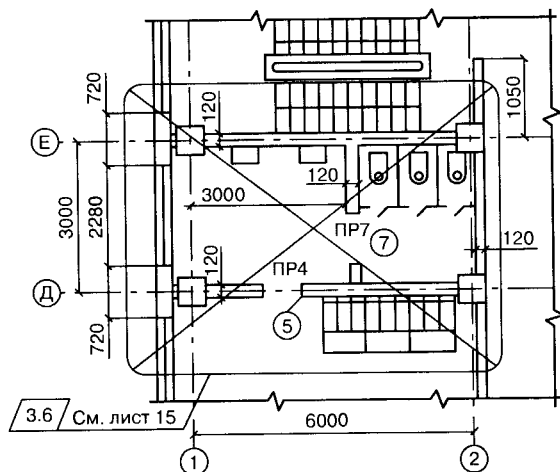


Рис. 6.4. Правила внесения изменений

Новое изображение измененного участка выполняют без поворотов на свободном поле листа или на другом листе.

После внесения изменений изображения, буквы, цифры, знаки должны быть четкими, толщина линий, величина просветов и т.п. должны быть выполнены по правилам, предусмотренным соответствующими стандартами ЕСКД и системой стандартов «Ретрография».

Изменяемым, аннулируемым и дополнительным участкам изображения присваивают обозначение, состоящее из порядкового номера очередного изменения документа и через точку – порядкового номера изменяемого (аннулируемого, дополнительного) участка изображения в пределах данного листа. При этом новому изображению измененного участка присваивают обозначение изменения замененного изображения.

Если новое изображение измененного участка размещают на другом листе, то присвоенное ему обозначение изменения сохраняют и в таблице изменений этого листа не учитывают (рис. 6.5).

Около каждого изменения, в том числе около изменения, исправленного подчисткой (смывкой), за пределами изображения наносят в параллелограмме обозначение изменения в соответствии с рис. 6.5.

От параллелограмма проводят сплошную тонкую линию к измененному участку. Над новым изображением измененного участка помещают в параллелограмме обозначение изменения замененного изображения, а рядом с параллелограммом указывают: «Взамен перечеркнутого».

Близко расположенные друг от друга измененные размеры, слова, знаки, надписи и т.д. обводят сплошной тонкой линией, образующей замкнутый контур, без перечеркивания в соответствии с рис. 6.3.

Если новое изображение измененного участка помещают на другом листе, то у замененного изображения указывают также номер листа, на котором находится новое изображение.

Если новое изображение измененного участка помещают около замененного, то их соединяют линиями-выносками с обозначением изменения.

Над дополнительным изображением помещают в параллелограмме обозначение изменения, а рядом указывают: «Дополнение».

При аннулировании изображения (части изображения) при обозначении изменения указывают: «Аннулировано».

Если места недостаточно для внесения изменений или возможно нарушение четкости изображения при исправлении, то делают новый подлинник с учетом вносимых изменений и сохраняют его прежнее обозначение.

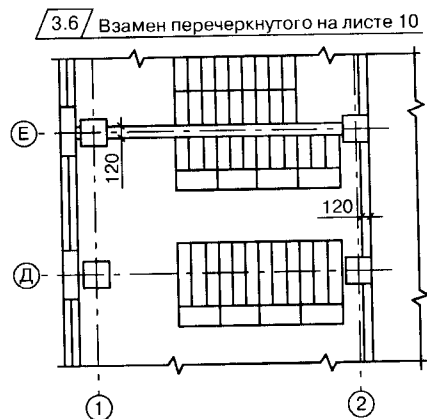


Рис. 6.5. Размещение изменений на другом листе рабочих чертежей

Изменения при привязке рекомендуется вносить в один экземпляр документа, являющийся в дальнейшем подлинником, с которого делают копии.

Аннулированные листы исключают из привязанной документации без изменения общей нумерации листов.

ПРАВИЛА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СКС

Общие принципы проектирования технических и рабочих помещений здания, в котором монтируется СКС, с точки зрения обеспечения требуемого уровня пожарной безопасности изложены в нормах по пожарной безопасности зданий и сооружений СНиП 21-01-97 [127]. Этот директивный документ определяет понятие огнестойкости зданий, сооружений и отдельных так называемых пожарных отсеков, задает требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям этих объектов, конкретизирует конструкцию противопожарных преград и правила эвакуации людей в случае возникновения пожара. Допускается использовать на практике отдельные положения более ранних противопожарных норм СНиП 2.01.02 вплоть до пересмотра основанных на этом документе строительных норм и правил. Ряд дополнительных принципов, норм и правил, касающихся рассматриваемой области, содержатся также в некоторых других нормативных документах. Ниже приводятся их положения в той части, которая относится собственно к СКС.

К сожалению, отечественные нормативно-технические документы задают не в полном объеме положения по противопожарной безопасности, которые необходимо учитывать при проектировании СКС. Поэтому в процессе своей деятельности проектировщику для обоснования принятых решений приходится дополнительно пользоваться зарубежными правилами и стандартами.

7.1. Кабели

Звездообразная топология и принцип избыточности, которые положены в основу построения структурированной кабельной проводки, приводят к тому, что при реализации СКС даже средних масштабов в здании осуществляется прокладка кабелей общей суммарной массой сотни и даже тысячи килограммов. Значительная часть этого объема приходится на полимерные изолирующие покрытия различного назначения (до 60% от массы кабеля в зависимости от его конструкции) [128], которые являются потенциальным горючим материалом. В силу этого современными нормативно-техническими документами уделяется большое внимание обеспечению пожарной безопасности кабельной проводки в линейной ее части. Наиболее полная сводка принципов, которых следует придерживаться при проектировании линейной части кабельных систем современных зданий, содержится

в американских требованиях NEC. Согласно нормативным документам, выпускаемым этой организацией, кабели делятся на четыре уровня по величине пожарной опасности. Основные правила применения кабелей с различным уровнем сертификации заключаются в следующем:

- кабель, не имеющий сертификации ни по одному из четырех уровней, нельзя применять для внутренней прокладки в зданиях, однако до 15 м такого кабеля может быть проложено внутри здания до места его подключения к сертифицированному кабелю внутренней прокладки¹;
- открытую проводку можно выполнять кабелем с уровнем сертификации не ниже требуемого для данного конкретного помещения;
- не plenum-кабель можно прокладывать в plenum-полостях только в полностью закрытых кожухах из негорючих материалов, например в металлических трубах или в металлорукавах;
- кабель с сертификатом уровней 3 и 4 можно прокладывать в вертикальных стояках только в негорючих трубах или в огнеупорных шахтах, оборудованных огнезадерживающими заглушками в перекрытиях. Элементы защиты от воздействия пламени должны иметь сертификат UL, а междуэтажные перекрытия должны всегда выполняться из огнеупорных материалов;
- в жилых зданиях телекоммуникационные кабели CMX и кабели систем дистанционного управления CL2X/CL3X, то есть имеющие сертификат четвертого уровня (выдержавшие испытание только тестом VW-1), можно прокладывать как кабель обычного применения, если его диаметр не превышает 0,25 дюйма (6,3 мм);
- в жилых зданиях телевизионные кабели CATVX можно прокладывать как кабель общего применения, если его диаметр не превышает 0,375 дюйма (9,5 мм);
- В нежилых зданиях кабели в исполнении CMX, CL2X/CL3X и CATVX можно прокладывать только в негорючей оболочке, выступать из которой они могут не более чем на 10 футов (305 см).

В практике создания структурированной кабельной проводки проектировщики чаще всего приходится применять кабели для прохода каналов стояков (кабель в исполнении riser) и для прокладки в кабельных каналах с возможностью притока свежего воздуха (в соответствии с американской классификацией кабель в исполнении plenum). Общие правила использования этих вариантов конструктивного исполнения кабелей иллюстрирует рис. 7.1.

Можно констатировать, что перечисленные выше принципы в большем или меньшем объеме включены в различные отечественные руководящие документы.

Так, например, в целях обеспечения пожарной безопасности АТС согласно нормам РД 45.120-2000, пункт 12.7.14 на участке от оконечных устройств до первой муфты в кабельной канализации должен применяться оптический кабель

¹ На практике это означает, что расстояние от места ввода не сертифицированного в плане пожарной безопасности кабеля до муфты или иного элемента, на котором происходит переход на специальный кабель внутренней прокладки, не должно превышать указанные в нормах 15 м.

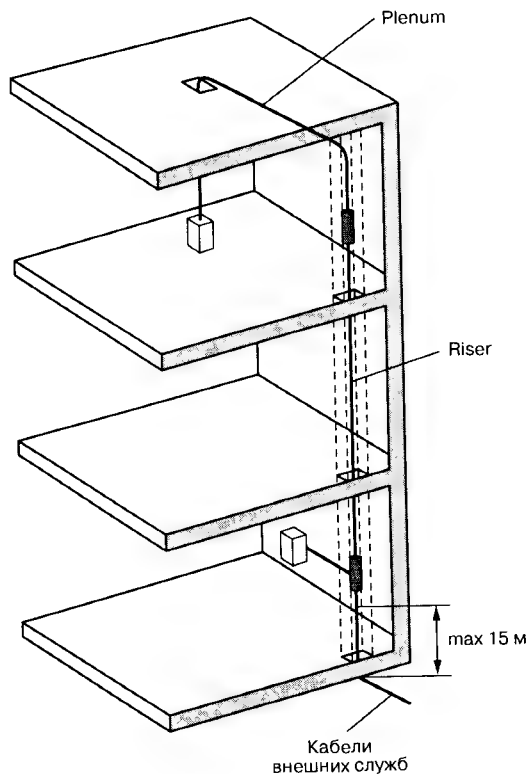


Рис. 7.1. Правила применения в здании кабелей различного конструктивного исполнения по противопожарной безопасности

и симметричный электрический кабель с внешней оболочкой из негорючего или не распространяющего горение материала, в частности не распространяющего горение полиэтилена.

В соответствии с ведомственными строительными нормами ВСН 116-93 [129] Министерства Российской Федерации по связи и информатизации возможно применение двух видов технических решений по достижению требуемого уровня пожарной защиты кабелей с полиэтиленовой оболочкой на участке от кабельной шахты до оконечных устройств. Более простым в реализации способом является обмотка кабелей полимерными лентами. Согласно пункту 8.22 этих норм ленты должны быть изготовлены из негорючего пластика и накладываться с перекрытием в 25%. Отметим, что согласно СНиП 21-01-97, пункт 7.12 применение данного технического решения не разрешается в тех местах, где исключена возможность периодической замены или восстановления обмотки. Второй способ основан на использовании защитной поливинилхлоридной трубки.

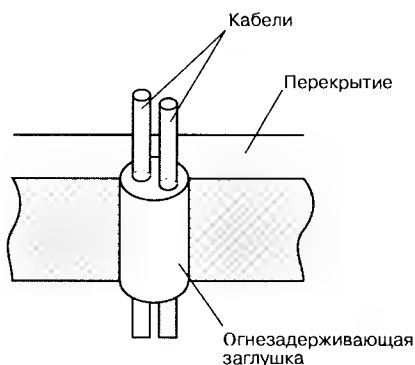
В настоящее время в связи с широкой доступностью кабелей с оболочкой из не распространяющего горение полиэтилена указанные выше решения практически не используются в отрасли связи и в процессе строительства подсистемы внешних магистралей СКС.

7.2. Строительные объекты

7.2.1. Проходы через стены и перекрытия

Проходы кабелей через стены и перекрытия выполняются с помощью трубок и коробов, дополнительно защищающих оболочку кабеля от механических повреждений в процессе прокладки. При выборе материала этого элемента целесообразно пользоваться нормами, применяемыми в отношении силовой кабельной проводки: в проходы в негорюемых стенах закладываются поливинилхлоридные трубки, а в стенах из сгораемых материалов устанавливаются отрезки стальных труб с защитными концевыми втулками. Конструктивное исполнение узла прохода через ограждающие конструкции с нормируемой огнестойкостью и пожарной опасностью в соответствии со СНиП 21-01-97, пункт 7.11 не должно снижать требуемых пожарно-технических характеристик конструкции.

Проходы через стены, перегородки и перекрытия в помещениях производственного назначения, через которые осуществляется проход различных коммуникаций, в том числе кабелей, в обязательном порядке герметизируются после завершения прокладки. Согласно стандарту ANSI/NECA/BICSI 568-2001 для выполнения этой операции могут быть использованы механические элементы, цементные растворы, маты из композитных и иных негорюемых материалов, втулки, шпаклевки и негорючие вспениваемые материалы, поставляемые в форме спрея. Отечественные нормы, в частности СНиП 3.05.06-85, пункт 3.65, требуют, чтобы заделка свободной части проема была выполнена легко пробиваемыми или удаляемыми негорюемыми материалами. В качестве материала первой разновидности могут выступать, например, цемент с песком в соотношении 1:10, глина с песком в соотношении 1:3, глина с цементом и песком в соотношении 1,5:1:11,



вспененный перлит со строительным гипсом в соотношении 1:2. Функции удаляемого материала на основании норм РД 45.120-2000, пункт 20.1 может выполнять минеральная вата. При этом дополнительно накладывается требование обязательного выполнения заделки по всей толщине стены или перегородки (рис. 7.2).

В том случае, если стена не является противопожарной преградой, то указанная выше норма допускает не заделывать зазоры в проходах, оставшиеся после прокладки кабелей. В данной ситуации заделка осуществляется обычно только в случае необходимости для получения соответствующих эстетических показателей помещения.

Рис. 7.2. Проход междуэтажного перекрытия кабелями с сертификатами уровней 3 и 4

7.2.2. Технические помещения

Действующие нормативно-технические документы накладывают достаточно жесткие противопожарные требования на параметры отдельных архитектурных элементов технических помещений. Так, в частности, согласно инструкции СН 512-78, пункт 3.10 материал междуэтажных перекрытий, стен и перегородок технических помещений (аппаратных и кроссовых) должен быть несгораемым, а конструкция и исполнение этих элементов должны обеспечивать огнестойкость не менее 45 мин.

Дверь изготавливается из трудно сгораемого материала толщиной не менее 40 мм без внутренних пустот и должна иметь предел огнестойкости не менее 0,6 ч. Для получения требуемых параметров по огнестойкости традиционных деревянных дверей (нормально горючий строительный материал группы ГЗ) нормы проектирования ВСН 60-89 Госкомархитектуры [130] в пункте 4.10.1 рекомендуют покрыть их слоем асбеста и оббить листовой сталью с обеих сторон. Суммарную толщину стальных листов обшивки в этом случае на основании СНиП 21-01-97, пункт 7.20 рекомендуется выбирать не менее 4 мм.

Согласно правилам пожарной безопасности ППБ 01-91, пункт 4.1 в аппаратных не должны складироваться перфоленты, магнитные ленты и другие аналогичные носители информации. Правила их хранения предусматривают использование металлических кассет и выделение обособленного помещения, которое оборудуется стеллажами и шкафами из негорючего материала.

Для удаления дыма в случае пожара в помещениях аппаратных, не имеющих оконных проемов в наружных стенах, должны устанавливаться вытяжные шахты с ручным и автоматическим открыванием. Площадь поперечного сечения этих шахт выбирается из расчета не менее 0,2% от площади помещения. Расстояние от шахты до наиболее удаленной точки помещения не должно превышать 20 м.

7.2.3. Коридоры и рабочие помещения

Известные нормативно-технические документы не содержат каких-либо специальных требований к обеспечению противопожарных характеристик коридоров и помещений для размещения пользователей.

В связи с широким распространением подвесных потолков при выборе архитектурно-планировочных решений современных офисов достойна отдельного упоминания норма СНиП 21-01-97, согласно пункту 6.25 которой каркасы подвесных потолков (при их наличии) следует выполнять из негорючих материалов. Согласно этому же нормативному документу все коммуникации, в том числе конструкции для формирования кабельных трасс различного назначения, следует выполнять из несгораемых материалов.

7.2.4. Кабельные каналы и фальшполы

Для изготовления открытых и закрытых кабельных каналов различных разновидностей должны быть использованы негорюемые материалы. В том случае, если канал или лоток изготавливаются из дерева, он должен быть обшит листовым железом.

При проектировании кабельных каналов (труба, короб, рукав и т.д.) по СНиП 2.04.09-84 не допускается укладка в одном замкнутом канале или лотке слаботочных и силовых кабелей. Под последними понимаются кабели, предназначенные для организации цепей любых видов с напряжением выше 60 В. Совместная прокладка силовых и информационных кабелей допускается лишь в разных отсеках коробов и лотков, которые имеют сплошные перегородки. Материал этой перегородки должен быть негорюемым, а конструкция обеспечивать предел огнестойкости не менее 0,25 ч.

Наиболее подробно правила противопожарной безопасности разработаны в отношении конструкции фальшполов, достаточно часто используемых в качестве основы кабельных каналов различных разновидностей. Для изготовления плит фальшпола должны использоваться негорюемые или трудно сгораемые материалы с пределом огнестойкости 30 мин. Опоры и стойки в обязательном порядке должны быть негорюемыми. Покрытие пола допускается выполнять из сгораемых материалов.

Отметим также, что многие изготовители декоративных коробов и фальшполов вводят в состав аксессуаров выпускаемой ими продукции различные маты, заглушки и другие аналогичные им элементы из негорюемого материала. После монтажа эти элементы согласно инструкции СН 512-78, пункт 3.20 объединяются в единое целое общим понятием «негорюемая диафрагма». Предел огнестойкости диафрагм должен быть не менее 45 мин, а площадь ограничиваемых ими отсеков не должна превышать 250 м². Прокладка кабелей и прочих коммуникаций через стенки и перекрытия, ограничивающие конструкцию диафрагм, осуществляется только через специальные обоймы с применением негорюемых уплотняющих материалов.

ГЛАВА VIII

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ КАБЕЛЬНОЙ ПРОВОДКИ СКС ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ОХРАНЯЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ

8.1. Общие положения

В данной главе рассматриваются некоторые особенности построения кабельной проводки СКС, предназначенной для передачи охраняемой информации¹ различных видов со степенью секретности не выше «секретно». Выполнение рассматриваемых далее положений и принципов дополнительно обеспечивает достаточно эффективную защиту от так называемого намеренного силового воздействия по коммуникационным каналам, приводящим к выходу из строя активного оборудования информационно-вычислительной сети предприятия [131].

Необходимость отнесения той или иной системы связи к закрытой определяется руководством предприятия (учреждения) заказчика. Случайный или преднамеренный доступ к охраняемой информации приводит к следующим отрицательным последствиям для предприятия:

- нарушение конфиденциальности сведений, передаваемых по информационной сети предприятия;
- получение неуполномоченными лицами на основании анализа сетевого графика данных о внутренней структуре предприятия, режимах его работы и т.д.;
- возможность частичного или полного нарушения функционирования сети и доступа к сетевым ресурсам (массивам данных, сетевым принтерам и т.д.).

Наиболее существенным требованием к системам защиты от несанкционированного доступа (НСД) согласно ГОСТ Р 50739 [132] является обеспечение доступа к чтению, записи, созданию или уничтожению информации только надлежащим образом уполномоченным лицам или процессам, инициированным ими. Данную задачу согласно этому стандарту решает комплекс средств защиты, обеспечивающих разграничение доступа за счет применения специальных средств

¹ Иногда используется эквивалентный термин «защищенные сети».

учета и регистрации событий, имеющих отношение к защите информации, а также гарантированно поддерживающих заданный уровень защиты от НСД. Указанная выше задача решается на всех уровнях информационно-вычислительной сети предприятия (на аппаратном и программном). Далее согласно теме данной монографии ограничимся рассмотрением только уровня кабельной проводки.

Наиболее полным из известных нормативным документом, в соответствии с которым осуществляется построение кабельной проводки сетей для передачи охраняемой информации, являются специальные технические требования Гостехкомиссии СТР-97. Данный документ имеет гриф «секретно», поэтому далее приводятся только его общие положения и рекомендации, которые не попадают под действие указанного грифа и могут быть использованы в процессе проектирования СКС. Определенные сведения относительно принципов построения защищенных сетей содержатся также в стандарте ГОСТ 51583-2000 [133].

Основными постулатами, которые положены в основу создания кабельной проводки, используемой в процессе построения сетей закрытой связи, являются:

- минимизация уровня внешнего излучения, создаваемого информационными сигналами, передаваемыми по кабельным трактам СКС;
- использование технических решений, обеспечивающих полное устранение наводок в соседних кабелях или же их маскировку;
- применение специальных проектных и организационных решений, делающих невозможным или, по меньшей мере, сильно затрудняющих непосредственный несанкционированный доступ к линейным кабелям и коммутационному оборудованию кабельной системы.

Сдача в эксплуатацию кабельной системы для передачи охраняемой информации разрешается только после ее аттестации на соответствие требованиям безопасности.

8.2. Способы минимизации уровня внешнего излучения и маскировки информационных сигналов

Для организации трактов передачи структурированных кабельных систем согласно действующим стандартам могут использоваться волоконно-оптические и симметричные кабели. Скрутка витых пар симметричного кабеля позволяет добиться подавления отрицательного воздействия на передаваемые информационные сигналы внешних помех. Одновременно она достаточно эффективно минимизирует внешнее электромагнитное поле, возникающее вокруг кабеля в случае передачи по нему информационного сигнала. Тем не менее остаточное значение напряженности внешнего поля оказывается вполне достаточным для возможности перехвата охраняемой информации, передаваемой по кабелю из витых пар. Для его уменьшения в процессе построения защищенных сетей используется ряд мер.

8.2.1. Технические средства

Минимизация уровня внешнего излучения достигается применением для организации кабельных трасс только экранированных и/или волоконно-оптических кабелей. При этом в случае построения кабельной проводки защищенной сети на базе симметричных электрических кабелей какие-либо разрывы экранов не допускаются, так как это резко уменьшает эффективность подавления внешнего электромагнитного поля. Эффективность подавления излучения увеличивается в случае прокладки кабелей в заземленных металлических трубах, коробах и рукавах.

Еще более высокую эффективность минимизации внешнего излучения, которое может быть использовано для перехвата охраняемой информации, дает применение волоконно-оптических кабелей. Однако при сегодняшнем уровне развития техники данное решение не может быть рекомендовано для массового построения СКС на уровне горизонтальной проводки главным образом из-за его более высокой стоимости.

Основным средством предотвращения образования так называемых технических каналов утечки охраняемой информации по цепям вспомогательных технических средств и по сети электропитания является их пространственный разнос. Достаточно эффективная блокировка технического канала обеспечивается в том случае, если угол пересечения кабелей СКС питания выбирается близким или равным прямому углу [134].

В области сетей электропитания дополнительно рекомендуется включать в питающие фидеры запирающие катушки. Технической основой применения данного решения является существенное отличие частот электропитания и информационных сигналов. Запирающая катушка представляет собой сетевой фильтр низкой частоты с затуханием не ниже 60 дБ на частотах свыше 1 кГц [135], устанавливаемый на входе силового кабеля в контролируемую зону. Для уменьшения паразитной связи между входом и выходом через электрические и магнитные поля катушки и конденсаторы фильтра размещаются в экранированном корпусе.

8.2.2. Маскировка передаваемых сигналов

Еще одним основным приемом, часто используемым при создании сетей передачи охраняемой информации, является маскировка передаваемых сигналов одним или несколькими шумоподобными источниками. В этом случае даже при перехвате сигнала охраняемой информации его будет трудно или даже невозможно отделить от шумов. Зашумление целесообразно применять в тех ситуациях, когда кабель полностью или на части своей длины находится вне контролируемой зоны.

Для зашумления кабелей сети закрытой связи, проходящих вне контролируемой зоны, необходимо использовать независимые друг от друга генераторы шума, создающие вокруг кабелей маскирующее шумовое электромагнитное поле. Генераторы включаются по симметричной (в центральную пару в случае регулярной структуры сердечника) или несимметричной схеме в свободную пару внешнего

повива. В кабелях с пучковой скруткой сердечника в свободную пару центрального пучка включается один источник по симметричной схеме, а в каждый пучок – по одному генератору, работающему по несимметричной схеме.

Уровень шумов, подаваемых в свободные пары кабеля, должен составлять:

- 14 дБ – при включении генератора по симметричной схеме;
- 3,5 дБ – при включении генератора по несимметричной схеме.

На выводах нагрузочных резисторов напряжение шумового сигнала должно составлять не менее:

- 1,6 В – при включении генератора по симметричной схеме;
- 0,52 В – при включении генератора по несимметричной схеме.

В том случае, если длина кабеля не позволяет получить указанные значения напряжения с помощью генераторов шума с указанными выше параметрами, кабели зашумляются с двух сторон.

8.3. Проектные мероприятия на архитектурной фазе

Основной задачей проектных решений в любой форме их реализации является противодействие несанкционированному физическому доступу неуполномоченных лиц к отдельным компонентам кабельной системы. В соответствии со схемой построения СКС может быть выделено четыре основных вида несанкционированных действий по непосредственному доступу к кабельной системе [136]:

- подключение к линейному кабелю горизонтальной и магистральной подсистем;
- подключение к отдельным портам ИР на рабочих местах;
- подключение к розеткам коммутационного оборудования в аппаратной и кроссовых различного уровня;
- подключение за счет изменения схемы физических соединений СКС.

Для предотвращения этих действий разработан целый комплекс организационно-технических мероприятий, отдельные положения которого по-разному используются применительно к различным объектам СКС.

8.3.1. Защита кабелей вне охраняемой зоны

Обеспечение конфиденциальности передаваемой информации и защиты от НСД к линейным кабелям, находящимся вне охраняемой зоны, сводится к своевременному обнаружению попытки физического доступа к таким кабелям. Для этого еще на стадии проектирования магистральной части структурированной кабельной проводки используется ряд проектных мероприятий, реализация которых обеспечивает облегчение контроля доступа посторонних лиц как к линейным кабелям, так и к коммутационному оборудованию.

Прокладка электрических кабелей сети закрытой связи вне пределов контролируемой зоны предприятия допускается при выполнении следующих условий:

- трасса прокладки кабеля должна выбираться вдоль дороги на просматриваемой местности;
- все колодцы кабельной канализации и распределительные шкафы (при их наличии) должны быть оборудованы приспособлениями для опечатывания и опломбирования;
- кабели должны быть по возможности поставлены под избыточное воздушное давление с сигнализацией его понижения или высокой утечки¹;
- в состав штатного оборудования кабельной системы должно быть введено устройство для сигнализации о понижении сопротивления изоляции;
- электрические кабели сети закрытой связи должны быть зашумлены в соответствии с правилами, изложенными в разделе 8.2.2.

Перечисленный выше комплекс мероприятий в большем или меньшем объеме может быть использован также в отношении волоконно-оптических кабелей. Некоторые дополнительные сведения об особенностях применения оптических кабелей касательно защиты информации от НСД приведены в разделе 8.3.3.

8.3.2. Требования к коммутационному оборудованию

Для построения сети закрытой связи применяется физически отделенное от сети открытой связи коммутационное оборудование на всех уровнях построения кабельной проводки. Данное коммутационное оборудование желательно размещать в технических помещениях с тамбурами, входы которых снабжены датчиками открывания/закрывания и замками с дистанционным управлением. Внутреннее пространство тамбуров снабжается средствами видеонаблюдения и видеорегистрации.

Строительными решениями, принимаемыми на архитектурной фазе проектирования, обеспечивается размещение коммутационного оборудования сети закрытой связи на расстоянии не менее 5 м от границ контролируемой зоны. В частности одним из мероприятий, облегчающих выполнение указанной нормы, является рекомендация не размещать это оборудование на наружных стенах здания объекта.

Коммутационное оборудование, располагаемое вне кроссовых и аппаратных, должно устанавливаться в металлических шкафах или закрываться металлическими кожухами, запираемыми цилиндрическими замками. Крышки и двери этих шкафов в обязательном порядке оборудуются приспособлениями для опечатывания или опломбирования. Использование этих шкафов для установки коммутационного оборудования открытой сети не рекомендуется.

¹ Актуальность данной рекомендации быстро снижается из-за массового перехода промышленности на выпуск кабелей внешней прокладки с заполнением внутренних пустот сердечника гидрофобным гелем, что обусловлено существенно более эффективной защитой от влаги при повреждениях оболочки.

Все конструктивы для размещения коммутационного оборудования должны быть обязательно снабжены клеммами для заземления экранирующих оболочек кабелей.

При включении в коммутационное оборудование сети закрытой связи кабелей прямых абонентских и соединительных линий внешних телекоммуникационных операторов производится зашумление этих линий с помощью генератора шума.

8.3.3. Особенности применения волоконно-оптических кабелей

Волоконно-оптическая техника с точки зрения информационных систем обеспечивает существенно более высокую стойкость к попыткам несанкционированного доступа и съема охраняемой информации. Это обусловлено такими техническими особенностями волоконно-оптической элементной базы, как значительно меньшие мощности передаваемых сигналов и небольшие габариты самого волоконного световода. Поэтому основным видом защиты конфиденциальной информации являются проектные решения, которые сводятся к следующим положениям:

- ограничение несанкционированного доступа к линейно-кабельным сооружениям и коммутационному оборудованию;
- соблюдение задаваемого техническими условиями минимального радиуса изгиба кабелей различных видов.

Характерной особенностью волоконно-оптических кабелей является их малый внешний диаметр, «плотная» конструкция сердечника и отсутствие в достаточной группе этих изделий металлических элементов. Исходя из этого содержание данной разновидности оптических кабелей под избыточным воздушным давлением сопряжено со значительными сложностями, а измерение сопротивления оболочки с целью контроля ее целостности является принципиально невозможным. Поэтому обнаружение непосредственного несанкционированного подключения к волоконному световоду, выполняемого с помощью ответвителя изгибного типа, возможно только в случае применения специального контрольного оборудования.

В настоящее время известны две разновидности реализации такого оборудования. Согласно первой из них в приемнике предусматривается пороговое устройство, которое срабатывает при резком изменении среднего уровня принимаемого сигнала. Это интерпретируется как несанкционированное подключение и сопровождается выработкой предупреждающего сигнала. По второй схеме в тракт передачи включается оптический разветвитель, один из входов которого используется для подключения рефлектометра. Для обеспечения развязки информационного и контрольного оборудования они работают на различных длинах волн. Рефлектометр обнаруживает появление дефекта в тракте, что является для контрольной аппаратуры основанием для выработки предупреждающего сигнала.

Более широкое освещение вопроса обеспечения информационной безопасности в ВОЛС как в комплексном объекте содержится в статье [137].

8.4. Технические решения для отдельных подсистем защищенных СКС

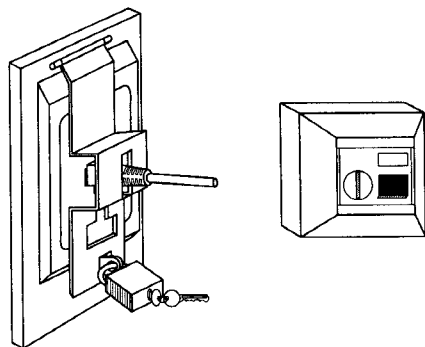
8.4.1. Решения для рабочих мест

Защита от НСД на рабочем месте на уровне технических решений сводится к следующим мероприятиям:

- механическая блокировка свободных розеточных модулей ИР (рис. 8.1);
- блокировка оконечных шнуров на рабочих местах и в технических помещениях с обеих сторон;
- контроль целостности подключения в рабочих помещениях пользователей;
- наблюдение за рабочими помещениями.

Рис. 8.1. Технические средства для защиты от несанкционированного доступа к розеточным модулям ИР:

- а) поворотная скоба с навесным замком;
б) запирающаяся на замок защитная шторка



Общим принципом, положенным в основу всех перечисленных выше мероприятий, что прямо следует из приведенного списка, является предупреждение самой возможности несанкционированного физического подключения как к задействованным, так и незадействованным розеточным модулям ИР.

Кроме перечисленных выше основных мероприятий дополнительный уровень защиты от НСД в данном случае обеспечивается установкой оконечного сетевого оборудования в стойки или иные аналогичные замкнутые конструкции. При этом данные монтажные шкафы обязательно оборудуются защитными кожухами с крышками и люками, закрывающимися на замок. Естественно, что данное мероприятие может применяться только в рабочих помещениях специального вида.

8.4.2. Решения для линейной кабельной проводки

Защита от НСД линейной кабельной проводки сводится к следующим мероприятиям:

- применение специальных видов исполнения кабельных каналов;
- контроль целостности кабельных каналов;
- наблюдение за кабельными магистралями.

Под *применением специальных видов кабельных каналов* понимается, например, прокладка кабельных жгутов в декоративных коробах, крышку которых нельзя открыть без использования специального инструмента. Не менее эффективным средством является скрытая прокладка кабельных жгутов и одиночных кабелей внутри строительных конструкций.

Контроль целостности кабельных каналов на практике означает использование защищенного исполнения этих видов строительных конструкций, которые оборудуются запираемыми на замок металлическими кожухами. Под собственно контролем целостности понимается установка различного рода датчиков, генерирующих сигнал тревоги при открывании крышек и прочих защитных элементов, а также при попытке физического доступа к кабелю. Дополнительное увеличение эффективности перечисленных выше мероприятий достигается в случае ограничения доступа в помещения, через которые проходят каналы кабельных трасс.

Наблюдение за кабельными магистралями в отличие от инженерно-технических мероприятий является типично организационной мерой. Под этим понимается, например, наблюдение за состоянием кабельной проводки, в том числе с использованием стандартных средств видеонаблюдения и регистрации.

8.4.3. Решения для технических помещений

Мероприятия по защите от НСД в технических помещениях могут разделяться на меры по защите технического помещения от несанкционированного доступа и дополнительной защите оборудования.

Для защиты технического помещения на его входах предусматриваются тамбуры, а сами кроссовые и аппаратные располагают недалеко от постов охраны с возможностью их визуального контроля. Двери технических помещений оборудуются датчиками открывания/закрывания и средствами видеонаблюдения и видеорегистрации.

Наиболее высокий уровень защиты активного сетевого оборудования и коммутационного оборудования СКС от НСД обеспечивается в том случае, если оно располагается в закрытом монтажном конструктиве, двери которого запираются на замки повышенной секретности. На практике находит также использование замков с дистанционным управлением и средств видеонаблюдения и видеорегистрации.

Хорошим техническим средством защиты от НСД является применение при построении коммутационного поля СКС систем интерактивного управления кабельной проводкой. В известных системах этой разновидности информация о подключении и отключении коммутационных шнуров немедленно и в автоматическом режиме передается на станцию управления сетью с генерацией соответствующего предупреждающего сообщения.

8.5. Организационные мероприятия

Уровень защиты конфиденциальной информации от НСД существенно повышается, если технические мероприятия, затрудняющие съем сигнала для его последующей обработки и дешифровки, дополняются организационными. Обычно для этой цели разрабатывается целый комплекс процедур, относящихся ко всем составным частям информационно-вычислительной сети предприятия. На уровне СКС основные положения этих мероприятий сводятся к следующему:

- введение специальных процедур проведения регламентных и ремонтных работ всех видов в сочетании с разрешительным характером и обязательным контролем за их исполнением со стороны службы безопасности предприятия;
- наличие плана действий в критических ситуациях с точки зрения нарушения безопасности информации, передаваемой по сети, и наличие заранее разработанных вариантов ликвидации угроз НСД;
- допуск к работам на линейном и коммутационном оборудовании СКС только уполномоченных на это лиц при условии получения специального предписания;
- обязательная проверка корректности выполнения любого изменения в схеме кабельной проводки информационно-вычислительной сети предприятия.

ГЛАВА IX

ПРИМЕР ПРОЕКТИРОВАНИЯ СКС

Рассмотрим пример использования основных положений изложенного выше материала для проектирования кабельной системы в некотором гипотетическом проекте. Изложение материала ведется, по возможности, без привязки к СКС конкретного типа. В тех ситуациях, когда возникает необходимость выполнения конкретных расчетов, для определенности используются числовые параметры элементной базы российской кабельной системы АйТи-СКС.

9.1. Исходные данные

Структурированная кабельная система устанавливается в 4-этажном здании офисного назначения, отдельные этажи которого имеют идентичную планировку, изображенную на рис. 9.1 на примере первого этажа. Высота этажа в свету между перекрытиями составляет 3,5 метра, общая толщина междуэтажных перекрытий равна 50 см.

Создаваемая СКС должна обеспечивать функционирование оборудования ЛВС и телефонной сети офисного здания. Электронная УПАТС заказчика имеет полную емкость порядка 400 внутренних номеров, к ее портам на начальном этапе эксплуатации информационно-вычислительной системы предполагается подключать в основном однопарные телефонные аппараты. СКС предназначена для создания обычной сети связи и по ней предполагается передача информации, которая не относится к разряду конфиденциальной.

Из структуры организации, которая будет эксплуатировать кабельную систему сразу после завершения ее строительства, и технических требований следует, что функционирование ЛВС заказчика связано с обработкой и передачей достаточно больших объемов информации в процессе решения нескольких типовых задач.

Дополнительно предусматривается:

- подключение УПАТС организации к входному 100-парному кроссу городской телефонной сети;
- соединение ЛВС организации по двум каналам с пропускной способностью не менее 100 Мбит/с каждый с ранее построенной сетью в другом здании по кабелю, прокладываемому по свободному каналу существующей кабельной канализации; схема канализации изображена на рис. 9.2 (подъемы и спуски считаются по направлению, отмеченному стрелкой).

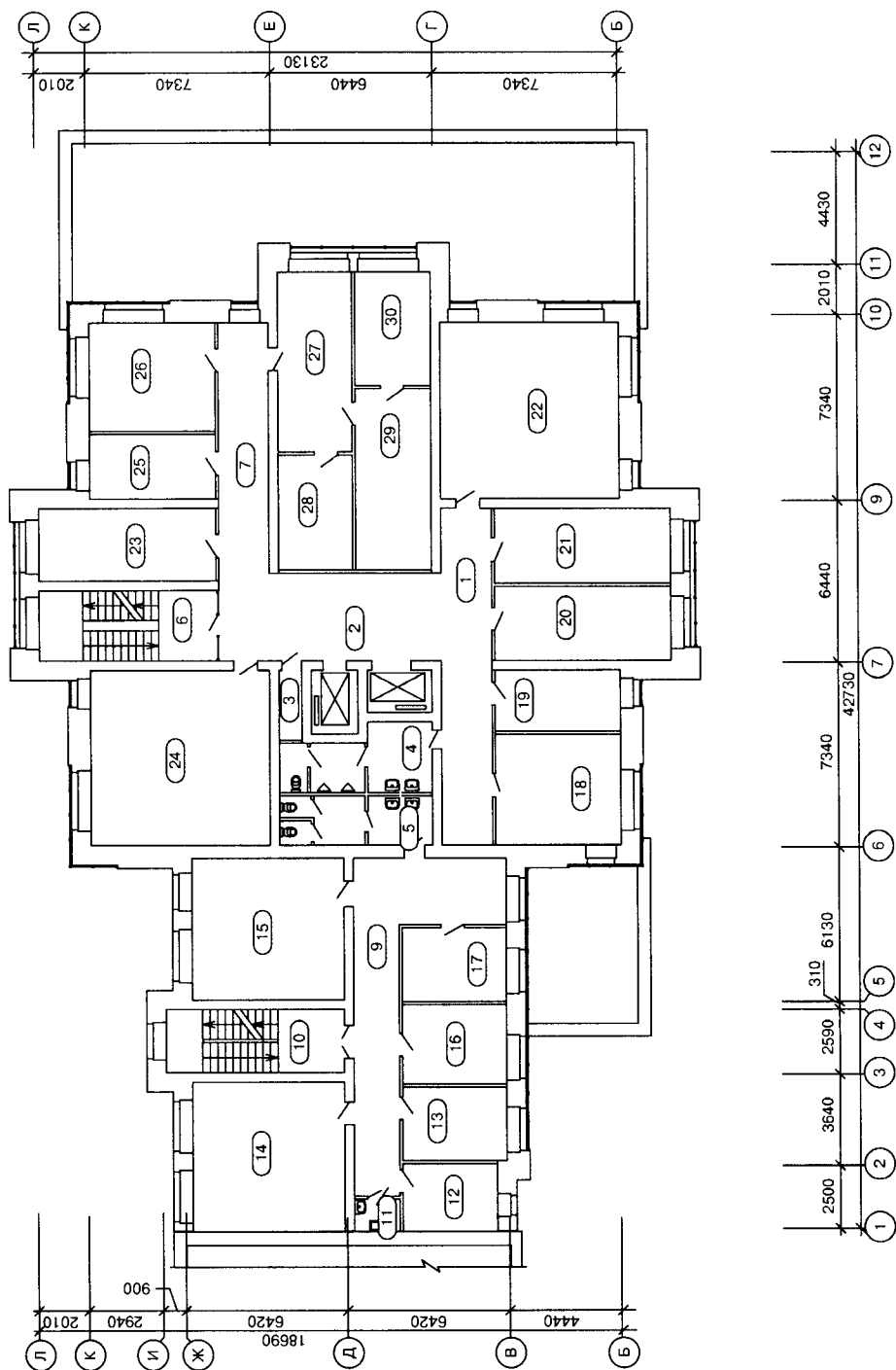


Рис. 9.1. План первого этажа здания

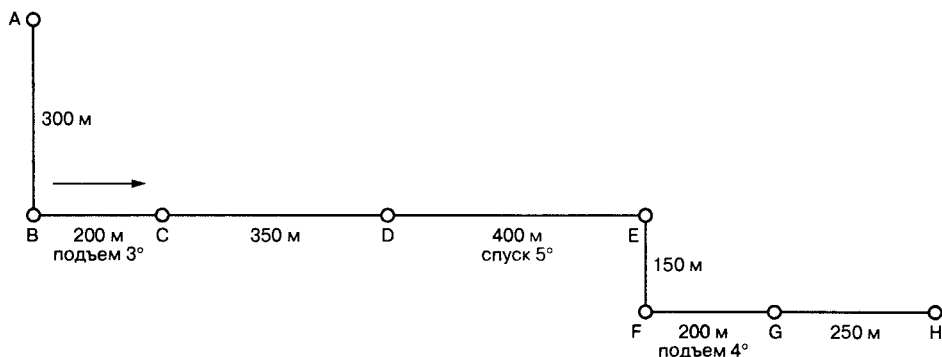
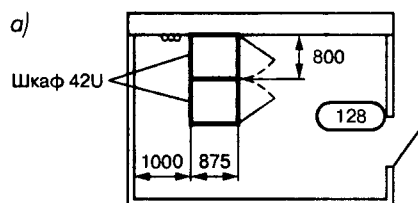


Рис. 9.2. Кабельная трасса подсистемы внешних магистралей

Подземный кабельный ввод расположен в районе пересечения координатных осей 9 и К и, как показывает предпроектное исследование, по своему конструктивному исполнению полностью отвечает требованиям, изложенным в разделе 3.6.6.2.

В коридорах и в рабочих помещениях для размещения пользователей строительным проектом здания предусмотрена установка подвесного потолка с высотой свободного пространства 80 см. За фальшпотолком имеется достаточно свободного места для размещения лотков, используемых для прокладки кабелей различного назначения. Стены здания и внутренние некапитальные перегородки, отделяющие отдельные помещения друг от друга, изготовлены из обычного кирпича и покрыты слоем штукатурки, толщина которого составляет 1 см. Каких-либо дополнительных каналов в полу и стенах, которые могут быть использованы для прокладки кабелей, строительным проектом здания не предусмотрено.

В здании строительным проектом предусматривается стояк на основе трех труб с диаметром в свету 80 мм, каналы для установки которых проходят вдоль правой от входа стены помещений X28 на всех этажах здания на расстоянии 80 см от задней стены (рис. 9.3).



X (№ этажа) = 2+4

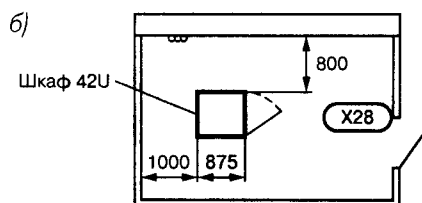


Рис. 9.3. Планы размещения монтажных конструктивов в технических помещениях:

а) аппаратная; б) кроссовые

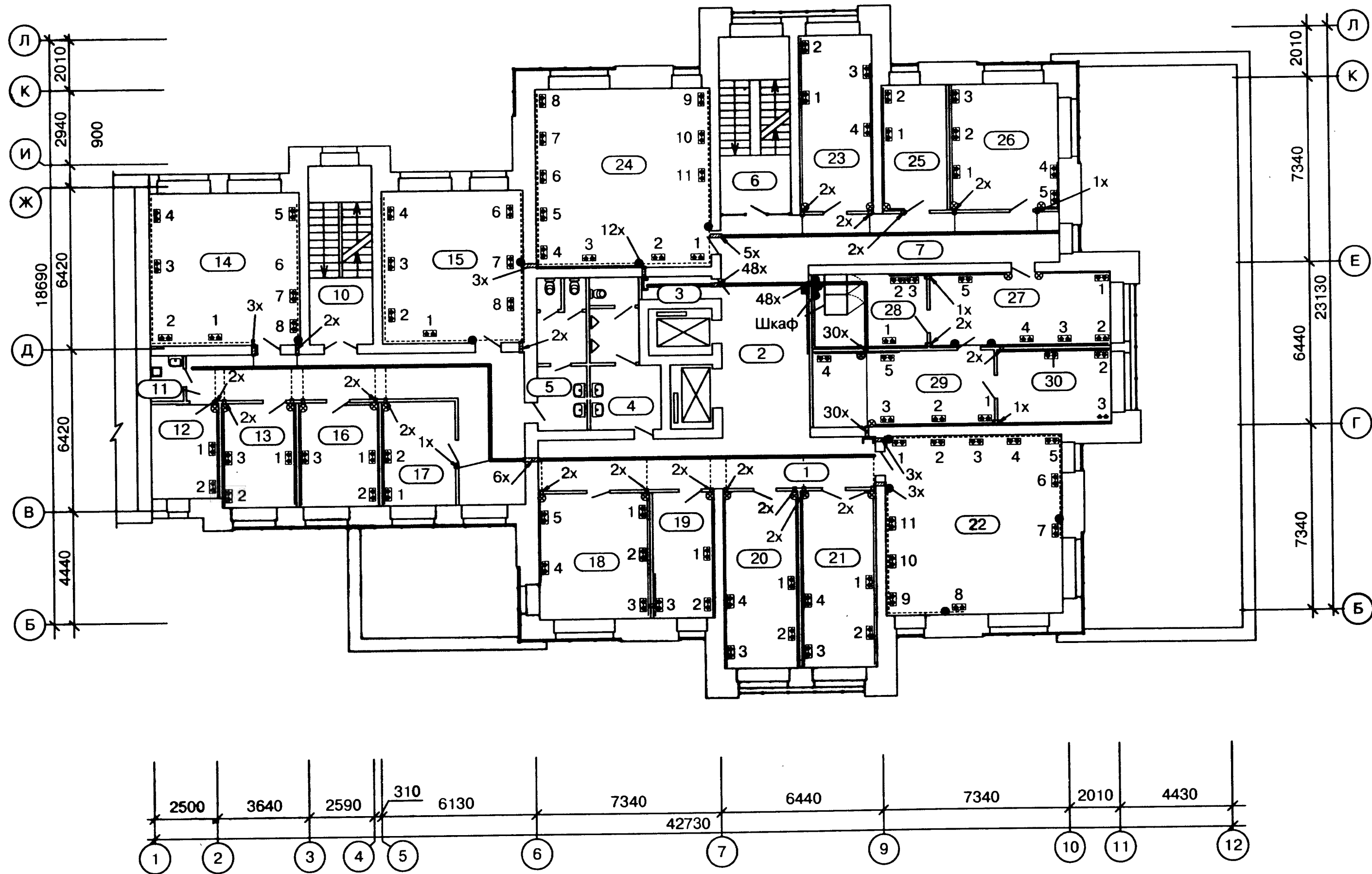


Рис. 9.4. План первого этажа здания с указанием мест расположения рабочих мест и кабельных каналов в коридорах и помещениях для размещения пользователей

Кабельные вводы в технические помещения и рабочие помещения для пользователей реализованы на основе нескольких металлических труб с диаметром в свету 32 мм. Места расположения этих вводов изображены на рис. 9.4 с указанием количества трубок в каждом из них.

Помимо информационных розеток для обслуживания каждого рабочего места предусматривается две силовые розетки, подключенные к сети гарантированного электроснабжения, и одна силовая розетка, подключенная к сети бытового электропитания. Прокладку силовых кабелей, а также их подключение к силовым розеткам и силовому распределительному щитку осуществляет смежная субподрядная организация.

9.2. Архитектурная фаза проектирования

На каждом этаже здания согласно плану на рис. 9.1 имеется по 18 рабочих помещений, предназначенных для размещения пользователей. Данные по площади этих помещений сведены в табл. 9.1. В соответствии с положениями раздела 4.3.1 со ссылкой на СНиП 2.09.04-87, пункт 3.2 для здания офисного назначения предполагаем установку по одному блоку розеток преимущественно на каждые 4 м² рабочей площади. Дополнительно для увеличения удобства обслуживания и эксплуатационной гибкости информационно-вычислительной системы в целом предусматриваем по три блока розеток в каждом техническом помещении на этажах здания, то есть на каждом этаже необходимо в общей сложности установить 90 блоков розеток, а всего в здании – 360 блоков розеток.

Таблица 9.1. Помещения для установки ИР проектируемой СКС

Номер помещения	Площадь, м ²	Количество устанавливаемых ИР
X12	9,9	2
X13	12,2	3
X14	35,3	8
X15	32,7	8
X16	12,2	3
X17	10,5	2
X18	21,3	5
X19	10,6	2
X20	19,5	4
X21	19,5	4
X22	46,5	11
X23	18,0	4
X24	46,5	11
X25	11,7	2
X26	20,2	5
X27	20,1	5
X28	Аппаратная (кроссовая)	3
X29	20,1	5
X30	12,6	3
Итого	379,4	90

Примечание. X – номер этажа.

9.2.1. Технические помещения

Рабочие площади на каждом этаже, предназначенные для размещения рабочих мест пользователей, в соответствии с данными табл. 9.1 составляет 380 м². Согласно нормам, приведенным в разделе 3.2.2, площадь аппаратной, обслуживающей рабочие места здания, должна составлять 10,6 м². Там же введено ограничение на минимальную площадь аппаратной в 14 м². Для размещения аппаратной в соответствии с рекомендациями раздела 3.2.1 представляется наиболее целесообразным выделить комнаты 128 и 129, так как они расположены на первом этаже, не являются проходными, не имеют окон и не примыкают к внешним стенам здания, расположены недалеко от лифтов и т.д. Комната 128 имеет площадь 12,9 м², что всего на 1,1 м² меньше требуемой нормы, однако превышает рекомендуемую площадь аппаратной, полученную исходя из удельной нормы – 0,7% от рабочей площади (табл. 9.2).

Таблица 9.2. Технические помещения проектируемой системы

Номер помещения	Назначение	Площадь	
		Фактическая	По норме
128	Аппаратная	12,9	10,6 (14)
228	Кроссовая	12,9	6,2
328	Кроссовая	12,9	6,2
428	Кроссовая	12,9	6,2

При выборе окончательного решения в пользу того или иного помещения дополнительно привлекались следующие соображения. Согласно первому варианту принимается расположение аппаратной в комнате 128. Площадь этого помещения может быть достаточно быстро и просто доведена до нормативной переносом лицевой некапитальной стены в сторону коридора примерно на 50 см. Данная операция осуществляется немедленно или в перспективе при возникновении подобной необходимости, для чего имеются все необходимые предпосылки. Вторым вариантом является организация аппаратной в смежном помещении 129, которое отвечает всем требованиям стандартов в отношении своих габаритов. Площадь 20,1 м² этого помещения превышает нормативную. При этом, однако, несколько усложняется реализация магистральных подсистем, так как для доступа к существующему стояку потребуются организация горизонтального канала. С учетом этого обстоятельства в данном конкретном случае остановимся на первом варианте.

Нормативная площадь под помещение кроссовой исходя из количества обслуживаемых ИР согласно разделу 3.3.1 должна составлять 6,2 м², что несколько превышает минимально допустимое значение в 6 м². Под кроссовые на разных этажах выделяются комнаты 228, 328 и 428 с площадью, вдвое превышающей нормативную. Расположение этих технических помещений непосредственно над аппаратной существенно упрощает конструкцию междуэтажных переходов и позволяет обойтись одним стояком без горизонтальных участков прокладки магистрального

кабеля. Кроме того, наличие резервов по площади и установка ИР позволяет в перспективе разместить в этих помещениях дополнительное сетевое оборудование коллективного пользования в случае существенной модернизации сети предприятия. Согласно плану, представленному на рис. 9.1, расстояние от данных технических помещений до самой дальней розетки оказывается равным примерно 25 м, то есть диаметр обслуживаемой рабочей зоны не превысит 70 м и согласно положениям раздела 4.4.5.2 на этажах реализуется одноуровневая (централизованная) структура СКС.

На первом этаже здания отдельного помещения для КЭ не выделяется, и коммутационное оборудование, необходимое для обслуживания кабелей горизонтальной подсистемы СКС этого этажа, монтируется в помещении аппаратной.

Дополнительно контролируется возможность обеспечения в выбранных технических помещениях условий окружающей среды, нормы на которые приведены в разделах 3.2.3 и 3.3.3. В случае необходимости следует выдать специализированным субподрядным организациям частные технические задания на доработку этих комнат под требования, предъявляемые к техническим помещениям СКС.

Во всех технических помещениях в соответствии с требованиями раздела 3.2.5 выполняется перевешивание двери, которая должна открываться наружу.

УПАТС, серверы и центральное оборудование ЛВС будут размещены в помещении аппаратной, то есть СКС строится по двухуровневой схеме с использованием принципа многоточечного администрирования.

9.2.2. Кабельные каналы различного назначения

Для прокладки горизонтальных и магистральных кабелей подсистемы внутренних магистралей проектируемой СКС используем следующие разновидности каналов:

- закрытые металлические лотки за фальшпотолком, предназначенные для прокладки кабелей горизонтальной подсистемы в коридорах;
- декоративные кабельные короба (в связи с отсутствием каналов в стенах и в полу рабочих помещений пользователей), изготовленные из негорючего пластика и используемые для прокладки кабелей горизонтальной подсистемы и силовых кабелей питания;
- закладные трубки типа гильз диаметром в свету 32 мм, через которые производится ввод за фальшпотолок рабочих помещений пользователей горизонтальных кабелей, снимаемых с лотка в коридоре;
- вертикальные трубчатые элементы типа рукавов диаметром в свету 80 мм, расположенные вдоль правой стены технического помещения на расстоянии примерно 80 см от его задней стены и выполняющие функции каналов стояка и используемые для прокладки по ним кабелей подсистемы внутренней магистрали.

Все эти элементы, за исключением каналов стояка, изображены на рис. 9.4.

Лотки располагаются за фальшпотолком, крепятся не реже чем через 1,5 м и заземляются по правилам ПУЭ (раздел 3.8.3.2). Высота установки корпуса лотка выбирается равной 3 м от уровня пола, что обеспечивает выполнение норм раздела 3.8.3.1 относительно высоты свободного пространства между верхней кромкой канала и капитальным потолком.

Для уменьшения расхода декоративного короба и соответственно минимизации стоимости проекта и некоторого снижения продолжительности его реализации применяется горизонтальная прокладка короба в помещениях для размещения пользователей на высоте расположения розеток и одним вертикальным спуском из-за фальшпотолка для прокладки кабелей.

Под рукавами на каждом этаже на основании положений раздела 3.7.2 со ссылкой на СНиП 3.05.07-85 предусматриваются крепления вертикальных участков магистральных кабелей, расположенных на расстоянии не более 1 м друг от друга.

Расчет габаритов, а также расхода этих элементов и их аксессуаров выполняется далее в разделах 9.4.1 и 9.4.2.3.

Таблица 9.3. К определению максимальной и минимальной длин горизонтального кабеля

Участок кабельной трассы	Максимальная длина, м	Минимальная длина, м
Подъем в монтажном шкафу и запасы на розделку *	3	3
Участок «шкаф – стено технического помещения»	1	1
Подъем до кабельного лотка в техническом помещении	3	3
Расстояние до ввода в комнату	35,1	2,6
Ввод в комнату	0,8	–
Вспомогательный спуск в комнате	2,2	2,2
Длина горизонтального участка трассы в комнате	8,7	0,8
Итого	53,8	12,8
Среднее значение		33,3 м

* В соответствии с рекомендациями раздела 4.4.3.2 и с учетом высоты конструктивно 42 У.

9.2.3. Размещение оборудования

В проектируемой системе с учетом общего количества обслуживаемых рабочих мест на основании данных табл. 3.8 и раздела 3.4.2 примем следующую схему размещения оборудования:

- в помещениях кроссовых устанавливаются монтажные конструктивы типа шкафов со стеклянной передней дверью;
- в помещении аппаратной применяется смешанный вариант монтажа с размещением части оборудования на стене.

Последнее решение в значительной степени обусловлено тем, что в помещении аппаратной монтируются также панели, обслуживающие кабели горизонтальной подсистемы.

Коммутационные панели различного назначения, смонтированные в каждой кроссовой этажа, выполняют поддержку функционирования активного сетевого оборудования, подключаемого к 90 ИР. В данной разновидности технического помещения с учетом положений, приведенных в разделе 3.4.2, используем установку оборудования в закрытом монтажном конструктиве типа шкафов со стеклянными передними дверями. На основании положений табл. 5.5 независимо от типа организации коммутационного поля для установки коммутационного оборудования и оборудования ЛВС в КЭ понадобится один монтажный шкаф. Определение конкретных габаритов монтажного конструктива выполняется далее в разделе 9.4.3.

Помещение аппаратной для экономии площади совмещается с кроссовой первого этажа. Поэтому с учетом размещения дополнительного сетевого оборудования коллективного пользования в этом техническом помещении устанавливаем два монтажных конструктива.

В помещениях КЭ используется центральное размещение шкафа (рис. 9.3б) с круговым подходом к нему. В аппаратной шкафы устанавливаются в ряд и скрепляются друг с другом на основании требований к монтажу оборудования, изложенных в разделе 3.2.6. Относительно небольшая ширина технического помещения (2640 мм) не дает возможности обеспечить круговой доступ к монтажному конструктиву в аппаратной с шириной прохода по правилам BICSI. Поэтому ряд шкафов в аппаратной устанавливается вплотную к правой относительно входа стене помещения. Смещение шкафов вправо относительно продольной оси помещения аппаратной обусловлено прохождением по этой стене каналов стояка. В этом случае проход имеет ширину: $264 - 2 \times 80 = 104$ см, что превышает минимально допустимое значение 76 см. Расстояние от стены до задней стенки шкафа выбирается равным 1 м, что позволяет получить:

- свободный доступ к задней двери шкафа;
- легкость ввода магистральных кабелей в каналы стояка.

Для обеспечения удобства эксплуатации кабельной системы и сетевого оборудования, монтируемого в аппаратной, навеска двери стоящего возле стены шкафа выполняется таким образом, чтобы она открывалась слева направо.

Кроссовое оборудование СКС, обеспечивающее работу телефонной станции, выполняется в виде кроссовых башен, которые вместе с организаторами устанавливаются на стене помещения. Емкость этих башен, как показано далее в разделе 9.3.5.2, составляет 400 пар. Высота установки башен для обеспечения удобства обслуживания и переключения выбирается таким образом, чтобы в соответствии с положениями раздела 3.2.6 верхний край основания находился на высоте 1,7 м от уровня пола. При этом крайний организатор башни располагается на расстоянии примерно 900 мм от монтажного шкафа, что обеспечивает полное открывание двери и свободный подход к оборудованию (см. рис. 9.3).

УПАТС располагается на короткой торцевой стене помещения аппаратной напротив монтажных шкафов. Размещение настенного кросса между монтажным конструктивом и телефонной станцией уменьшает общий расход кабеля и упрощает монтаж оборудования.

9.3. Телекоммуникационная фаза проектирования

На момент проведения проектных работ основным стандартом построения ЛВС является Ethernet в различных вариантах. Использование для реализации горизонтальной подсистемы элементной базы категории 5е обеспечивает передачу по трактам СКС сигналов всех широко распространенных на практике разновидностей этого сетевого интерфейса ЛВС, вплоть до его сверхвысокоскоростного варианта Gigabit Ethernet 802.3ab. Тем самым предлагаемое решение обеспечивает резерв пропускной способности горизонтальных трактов СКС, достаточный для поддержки функционирования всех известных на момент проектирования и перспективных видов приложений, то есть надежную защиту инвестиций заказчика, сделанных им в СКС.

Согласно исходным данным создаваемая информационно-вычислительная система предприятия не предназначена для передачи конфиденциальной информации. Поэтому структурированная кабельная система строится на более дешевой и менее сложной в практической реализации неэкранированной элементной базе.

9.3.1. Подсистема рабочего места

Состав розеток на каждом рабочем месте определен заказчиком в технических требованиях и приводится в исходных данных, согласно которым предусматривается по одной ИР с двумя розеточными модулями, образующими абонентские порты СКС, и по три силовые розетки различного назначения. Для выполнения требований раздела 3.10.2 в отношении высоты установки и расстояния между силовыми и информационными розетками используем их конструктивное исполнение в форме единого по конструкции блока, монтируемого на стене рядом с кабелем на высоте около 80 см.

Тип розеточных модулей определяется с учетом требований по пропускной способности, конфигурации рабочего места и выбранного способа крепления. В данном конкретном случае для построения информационных розеток применим одиночные модули категории 5е серии MAX типа MX-C5-02-IT, попарно устанавливаемые на свое посадочное место в гнездо Mosaic 45 с использованием адаптера MX-45-82-IT. Применение двух розеточных модулей категории 5е определяется соображениями универсальности и полностью соответствует требованиям стандарта ISO/IEC 11801 в редакции 2000 года.

Информация о количестве информационных и силовых розеток в каждом помещении заносится в табл. 9.4.

Общее количество розеточных модулей СКС точно так же, как и число электрических силовых розеток, находится суммированием значений в колонках 4–8 табл. 9.4.

Таблица 9.4. Распределение рабочих мест

Заказчик: Фирма «Одуванчик» Объект: <u>Центральный офис</u> Здание: <u>ул. Цветочная, д. 12</u>								
№ п/п	№ помещения	Кол-во ИР	Розеточные модули			Силовые розетки		Метод крепления
			Кат. 5е	Кат. 6	Опт.	Гарантир. питания	Бытовые	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Этаж 1. Аппаратная + кроссовая, помещение 128</i>								
1	112	2	4	–	–	4	2	На поверхности стены рядом с коробом в рамке
2	113	3	6	–	–	6	3	– –
3	114	8	16	–	–	16	8	– “ –
4	115	8	16	–	–	16	8	– “ –
5	116	3	6	–	–	6	3	– “ –
6	117	2	4	–	–	4	2	– “ –
7	118	5	10	–	–	10	5	– “ –
8	119	2	4	–	–	4	2	– “ –
9	120	4	8	–	–	8	4	– “ –
10	121	4	8	–	–	8	4	– “ –
11	122	11	22	–	–	22	11	– “ –
12	123	4	8	–	–	8	4	– “ –
13	124	11	11	–	–	11	11	– “ –
14	125	2	4	–	–	4	2	– “ –
15	126	5	10	–	–	10	5	– “ –
16	127	5	10	–	–	10	5	– “ –
17	128	3	6	–	–	6	3	– “ –
18	129	5	10	–	–	10	5	– “ –
19	130	3	6	–	–	6	3	– “ –
...								
76	430	3	6	–	–	6	3	На поверхности стены рядом с коробом в рамке
Всего		360	720	–	–	720	360	

В соответствии с исходными данными заказчик не установил каких-либо специальных требований по количеству поставляемых оконечных шнуров для подключения рабочих станций ЛВС в помещениях пользователей и не предоставил информацию о типе и количестве активных сетевых устройств ЛВС, используемых в информационно-вычислительной системе. Поэтому для конкретизации этого параметра используем статистический подход, то есть введем в спецификацию поставляемого оборудования 70% шнуров от общего количества ИР плюс 10% – в составе ЗИП, то есть всего 64 шнура на этаж.

Длины шнуров выбираются с учетом положений раздела 4.3.3 следующим образом: 58 шнуров длиной по 2 м и 6 шнуров длиной по 3 м. Последний размер подбирается с целью увеличения функциональной гибкости проектируемой кабельной системы. Данные шнуры предназначены для подключения рабочих станций на каждом этаже. В связи с однотипностью планировки этажей здания общий объем поставки шнуров указанных длин устанавливается четырехкратным увеличением.

Для получения параметров трактов горизонтальной подсистемы, обеспечивающих возможность передачи сигналов Gigabit Ethernet, шнуры имеют характеристики категории 5е.

Оконечные шнуры для подключения телефонных аппаратов, выпускаемых известными производителями этого вида оборудования, обычно вводятся в комплект их поставки и на основании этого в итоговую спецификацию не включаются.

9.3.2. Проектирование горизонтальной подсистемы

В рассматриваемом здании отсутствуют большие залы и компактные обособленные группы пользователей. На основании этого в нем не будет применяться прокладка кабелей под ковром и нецелесообразна реализация отдельных участков и некоторых трактов горизонтальной подсистемы на основе многопарного кабеля. В свою очередь это означает, что в СКС не требуются точки перехода и консолидационные точки.

Таким образом, на основании положений раздела 4.4 процесс проектирования горизонтальной подсистемы в данном случае сведется к расчету объема поставки горизонтального кабеля и определению его конструктивного исполнения.

Горизонтальная подсистема СКС строится на основе неэкранированных 4-парных кабелей категории 5е, проложенных по два к каждому блоку розеток. Требуемое количество кабеля на основании данных раздела 4.4.3.2 рассчитывается с использованием статистического метода по формуле 4.2. Основанием для его использования служит тот факт, что на каждом этаже имеется свыше 42 информационных розеток и выполнено требование равномерного распределения розеток по обслуживаемой площади¹.

На каждом этаже устанавливается по 90 ИР. В соответствии с обоснованиями, изложенными в разделе 5.2.3, для размещения коммутационного оборудования СКС и активного сетевого оборудования ЛВС в кроссовых используем напольные монтажные шкафы. Минимальная высота этих конструктивов будет составлять примерно 35 U.

В качестве ИР, имеющей минимальное расстояние от технического помещения, согласно плану, представленному на рис. 9.4, примем розеточный блок номер 3 в помещении 29. ИР с максимальной длиной кабельного проброса является розеточный блок номер 4 в помещении 14. Расчеты максимальной и минимальной длин кабельных пробросов приведены в табл. 9.3 и свидетельствуют о том, что

¹ Последнее следует даже из того факта, что расчет количества информационных розеток был выполнен исходя из площади рабочих помещений этажа.

максимальное значение этого параметра не превышает 70 м. Поэтому на основании положений раздела 4.4.3 статистический метод применим ко всем ИР, обслуживаемым коммутационным оборудованием в данном техническом помещении.

Длина кабеля, затрачиваемого на реализацию среднего проброса с учетом 10-процентного технологического запаса, составит $1,1 \times 33,3 = 36,6$ м. Одной стандартной 1000-футовой коробки кабеля будет достаточно для реализации в среднем

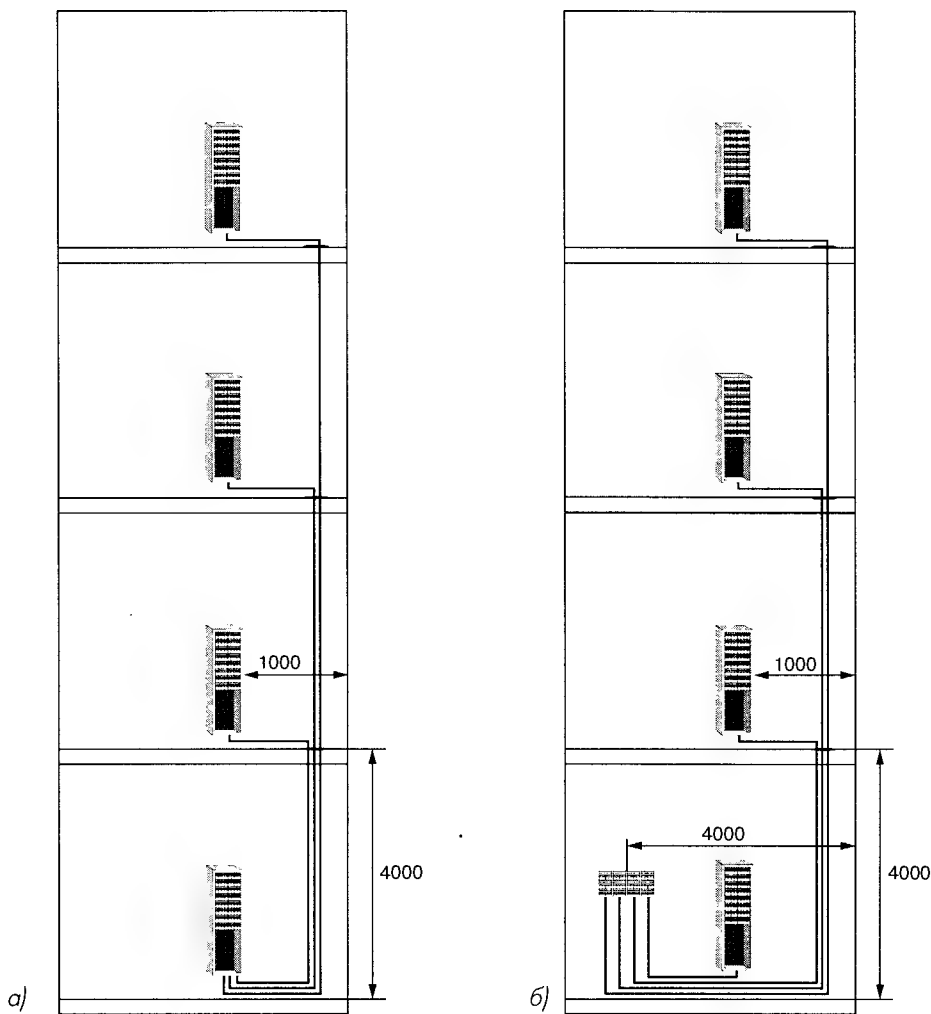


Рис. 9.5. Схема соединения коммутационных устройств в различных технических помещениях кабелями подсистемы внутренней магистрали:

а) оптические кабели и резервные кабели категории 5е;

б) многопарные кабели категории 3

$305 / 36,6 = 8$ пробросов. Общее количество пробросов на одном этаже равно $2 \times 90 = 180$, а для их реализации потребуется 23 коробки 4-парного горизонтального кабеля.

Общий объем поставки кабеля будет равен $23 \times 305 = 7015$ м на один этаж.

Планировка каждого этажа здания и схема расположения на них ИР совпадают. На основании этого для создания горизонтальной кабельной проводки на каждом этаже понадобится одинаковое количество 4-парного кабеля. Следовательно, для реализации горизонтальной подсистемы необходимо $4 \times 23 = 92$ коробки кабеля или всего в общей сложности $92 \times 305 = 28060$ м кабеля.

Прокладка кабелей горизонтальной подсистемы на всем протяжении любой трассы, то есть в коридорах, технических и рабочих помещениях здания согласно положениям раздела 9.2.2 осуществляется в закрытых каналах, изготовленных из негорюемых материалов. Это позволяет применить более дешевое конструктивное исполнение этих изделий с оболочкой из поливинилхлорида.

9.3.3. Проектирование подсистемы внутренних магистралей

Кабели подсистемы внутренних магистралей связывают между собой коммутационное оборудование, установленное в помещениях кроссовых и аппаратной. Согласно исходным данным по этим кабелям передаются в основном информационные потоки, создаваемые сетевой аппаратурой ЛВС, и телефонные сигналы учрежденческой АТС. В проектируемой системе принят принцип использования 2-портовых информационных розеток на рабочих местах. На этажах отсутствуют выносы и концентраторы УПАТС. На основании данных двух факторов следует ожидать передачи по магистральным кабелям сигналов значительного числа телефонных разговоров. Исходя из указанного обстоятельства, с учетом принятого принципа многоточечного администрирования и согласно положениям раздела 4.5.1 принимается следующая идеология построения подсистемы внутренних магистралей:

- часть подсистемы внутренних магистралей, предназначенная для обслуживания работы телефонной сети, строится на многопарном кабеле из витых пар категории 3;
- для организации части подсистемы внутренних магистралей, обслуживающей работу ЛВС, используется волоконно-оптический кабель;
- для увеличения эксплуатационной гибкости и живучести создаваемой системы применяется дублирование каждой пары волокон 4-парным кабелем из витых пар категории 5е.

В соответствии с исходными данными общая высота здания составляет 16 м. Через технические помещения проходят каналы стояка. С учетом данных обстоятельств максимальная длина магистрального кабеля будет составлять примерно 25 м.

Рассчитаем требуемую суммарную емкость кабелей в парах/волокнах. Проектируемая кабельная система в соответствии с терминологией раздела 4.5.3 имеет

высокую степень интеграции. При этом подсистема внутренней магистрали строится из расчета обеспечения функционирования ИР с двумя розеточными модулями на каждое рабочее место. Исходя из выбранной конфигурации и с учетом данных табл. 4.9 принимаем, что на каждое рабочее место во внутренней магистрали здания следует предусмотреть 2 пары категории 3, 0,4 пары категории 5е и 0,2 волокна и соответственно на каждый этаж: 180 пар категории 3, 36 пар категории 5е и 18 оптических волокон. Данная информация позволяет определить емкость магистральных кабелей и при необходимости конкретизировать их конструкцию.

Промышленность серийно выпускает кабели из витых пар категории 3 емкостью 25, 50 и 100 пар (см. табл. 4.7). Поэтому при реализации магистральных трактов для передачи сигналов УПАТС целесообразно использовать два 100-парных кабеля.

Определим емкость и количество оптических кабелей внутренней магистрали. Расчетom установлено, что для организации магистральных трактов ЛВС на участке «КЭ – аппаратная» требуется в общем случае 18 волокон. Кабели внутренней прокладки подобной емкости из-за особенностей своей конструкции обладают неудовлетворительными массогабаритными характеристиками, плохой гибкостью и повышенной стоимостью. Поэтому в данном конкретном проекте применим вдвое большее количество 12-волоконных кабелей. На основании положений табл. 4.6 в качестве основы магистрали для передачи сигналов ЛВС следует использовать многомодовый волоконно-оптический кабель внутренней прокладки с волокнами традиционной конструкции типа 62,5/125, которые обеспечивают несколько меньшие потери ввода и не столь требовательны к качеству монтажа вилки оптических разъемов.

Все необходимые данные для расчета длины различных разновидностей магистрального кабеля с его разбивкой по отдельным сегментам представлены в табл. 9.5. Длины отдельных магистральных кабелей с указанием их идентификаторов, полученные в результате расчета, приведены в табл. 9.6. Общий расход кабеля находится суммированием соответствующих значений в колонке 8 этой таблицы.

Таблица 9.5. К расчету длины магистральных кабелей

Участок кабельной трассы	Оптический кабель	Многопарный кабель категории 3	4-парный кабель категории 5е
Подъем в монтажном шкафу и запасы на разделку	2 × 5 м	4 м	2 × 3 м
Участок от монтажного шкафа до канала стояка	1 м	1 м	1 м
Участок в канале стояка	По 4 м на этаж	По 4 м на этаж	По 4 м на этаж
Подключение к ностенному кроссу	–	5	–
Коэффициент увеличения длины магистральных кабелей	1,057	1,02	1,02

Таблица 9.6. Кабели подсистемы внутренних магистралей

Заказчик: <u>Фирма «Одуванчик»</u> Объект: <u>Центральный офис</u> Здание: <u>ул. Цветочная, д. 12</u>								
№ п/п	Идентификатор	Начало	Конец	Тип кабеля	Кол-во пар/ волокон	Кол-во кабелей	Длино кабеля, м	Назначение
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	КМ021	128	228	Кат. 5е	4	9	11	ЛВС (резерв)
2	КМ022	128	228	Кат. 3	100	2	14	Телефония
3	КМ023	128	228	Опт. 62,5/125	16	2	15	ЛВС
4	КМ031	128	328	Кат. 5е	4	9	15	ЛВС (резерв)
5	КМ032	128	328	Кат. 3	100	2	18	Телефония
6	КМ033	128	328	Опт. 62,5/125	16	2	19	ЛВС
7	КМ041	128	428	Кат. 5е	4	9	19	ЛВС (резерв)
8	КМ042	128	428	Кат. 3	100	2	22	Телефония
9	КМ043	128	428	Опт. 62,5/125	16	2	23	ЛВС
10	КМ002	128	128	Кат. 3	100	2	8	Телефония

Запись в строке 10 табл. 9.6 описывает «вырожденные», то есть не выходящие за пределы аппаратной магистральные линии, отображающие часть портов кросса УПАТС на панели типа 110 в монтажном конструктиве этого технического помещения. Данная часть проводки появилась потому, что на первом этаже отсутствует выделенное помещение для кроссовой, а ее оборудование размещается в помещении аппаратной.

Суммируя полученные значения, получаем требуемое количество кабеля для реализации подсистемы внутренней магистрали проектируемой кабельной проводки:

- 610 м 4-парного кабеля категории 5е – для реализации резервных трактов оборудования ЛВС (по расчету необходимо 413 м, однако в спецификации из-за особенностей заводской поставки общая длина указывается с кратностью до целой стандартной упаковки по 305 м);
- 111 м 100-парного кабеля категории 3 – для передачи телефонных сигналов;
- 121 м 12-волоконного оптического кабеля.

В здании имеется только один стояк. Поэтому мероприятия по резервированию трактов передачи информации сводятся к прокладке 4-парных кабелей категории 5е, резервирующих оптические кабели подсистемы внутренних магистралей.

По нормам противопожарной безопасности все кабельные изделия должны соответствовать классу не ниже Riser. Выполнение последнего требования обеспечивает прокладку кабелей в каналах стояков без применения средств дополнительной защиты.

9.3.4. Проектирование подсистемы внешних магистралей

По кабельным трактам подсистемы внешних магистралей согласно исходным данным должны передаваться два 100-мегабитных информационных потока. В случае применения наиболее распространенной в настоящее время технологии Ethernet для организации таких трактов потребуется оптический кабель, содержащий не менее четырех волокон (см. табл. 4.8). С целью увеличения эксплуатационной гибкости проектируемой сети и создания задела на перспективу в данном случае используем 8-волоконный кабель вдвое большей емкости. Прокладка кабеля подсистемы внешних магистралей выполняется по каналу канализации общей длиной 1850 м согласно плану на рис. 9.2. На основании этого в соответствии с положениями раздела 4.5.3.3 и табл. 4.6 для организации этой линии выбираем одномодовый кабель внешней прокладки. Данное изделие имеет защитное покрытие из стальной гофрированной ленты и гидрофобное заполнение внутренних пустот сердечника для защиты от влаги. Кабель в соответствии с заводскими ТУ может без каких-либо ограничений эксплуатироваться в каналах кабельной канализации и имеет максимально допустимое растягивающее усилие 3 кН.

Промышленность выпускает подобные кабели в соответствии с ТУ с максимальной строительной длиной 4 км, то есть линейную часть подсистемы внешних магистралей было бы целесообразно строить без установки промежуточной муфты. Для выбора способа прокладки определим ожидаемое усилие тяжения в соответствии с рекомендациями Международного союза электросвязи (раздел 4.5.4). Расчет будем вести по формуле 4.11 в табличной форме. При выполнении расчетов принимается отсутствие эффекта заклинивания ($k_{zkl} = 1$), так как прокладка согласно исходным данным ведется в свободный канал кабельной канализации. Результаты расчетов сведены в табл. 9.7 и свидетельствуют о необходимости применения одного или нескольких методов по уменьшению усилий тяжения до допустимого значения¹.

Для достижения поставленной цели выполним протяжку из промежуточной точки Е, что позволяет сократить максимальную длину трассы прокладки на 500 м и уменьшить на каждом участке количество точек поворота в процессе прокладки до одной. Результаты расчетов (табл. 9.8) свидетельствуют о том, что в этом случае ожидаемое усилие тяжения не превышает 1720 Н, что более чем в 1,5 раза ниже допустимого по ТУ для данного типа кабеля.

Кабельный ввод в здание расположен таким образом, что расстояние от него до аппаратной составляет около 8 м, то есть даже с учетом подъема из подвала длина прокладываемого внутри здания кабеля подсистемы внешних магистралей не

¹ Расчет выполняется в направлении от точки А к точке Н для минимизации расстояния от начала трассы до первой точки поворота в соответствии с рекомендацией раздела 4.5.4.3. Результаты расчетов для направления от точки Н к точке А (расстояние до первого поворота 450 м против 300 м в предыдущем случае) показывают, что ожидаемое значение усилия тяжения составит 4300 Н, то есть будет примерно на 16% выше.

Таблица 9.7. Расчет усилий тяжения кабеля внешней прокладки при протяжке из конечного пункта А

Начало	Конец	Тип участка	Длина, м	Уклон, в °	Поворот, в °	Усилие тяжения, Н
А	В	Прямой	300	0	0	260
В	В	Поворот	0	0	90	420
В	С	Прямой	200	3	0	630
С	Д	Прямой	350	0	0	940
Д	Е	Прямой	400	-5	0	1190
Е	Е	Поворот	0	0	90	1900
Е	Г	Прямой	150	0	0	2000
Г	Г	Поворот	0	0	90	3300
Г	Д	Прямой	200	4	0	3500
Д	Д	Прямой	250	0	0	3700

Примечание. Результаты расчетов приводятся с точностью до двух значащих цифр.

Таблица 9.8. Расчет усилий тяжения кабеля внешней прокладки при протяжке из промежуточного пункта Е

Начало	Конец	Тип участка	Длина, м	Уклон, в °	Поворот, в °	Усилие тяжения, Н
Направление Е – А						
Е	Д	Прямой	400	5	0	450
Д	С	Прямой	350	0	0	760
С	В	Прямой	200	-3	0	910
В	В	Поворот	0	0	90	1500
В	А	Прямой	300	0	0	1700
Направление Е – Н						
Е	Г	Прямой	150	0	0	130
Г	Г	Поворот	0	0	90	210
Г	Д	Прямой	200	4	0	430
Д	Д	Прямой	250	0	0	650

Примечание. Результаты расчетов приводятся с точностью до двух значащих цифр.

превышает 15 м. Это позволяет на основании положений раздела 7.1 использовать более дешевую конструкцию с оболочкой из полиэтилена без перехода на кабели с внешними негорючими защитными покрытиями. Для организации трассы прокладки внутри здания от точки кабельного ввода до аппаратной применяется трубная разводка, которая обеспечивает выполнение норм противопожарной безопасности и надежную защиту кабеля от механических повреждений в процессе эксплуатации. Задание на создание этой разводки в соответствии с правилами раздела 3.6.6.2 выдается смежной субподрядной организации.

Общую длину кабеля с учетом величины технологических запасов на неровности укладки (табл. 4.10) и установку оконечных коммутационно-разделочных устройств определим как $1850 \times 1,057 + 2 \times 15 + 2 \times 5 = 1995 \text{ м} \approx 2000 \text{ м}$.

9.3.5. Проектирование административной подсистемы

9.3.5.1. Выбор типа коммутационного оборудования и схемы подключения сетевых устройств

В соответствии с положениями раздела 4.6.3 в качестве коммутационного оборудования в технических помещениях используем:

- 19-дюймовые панели с модульными разъемами в фиксированной конфигурации – для подключения кабелей горизонтальной подсистемы;
- 19-дюймовые панели типа 110 – для подключения многопарных магистральных кабелей категории 3 в этажных кроссовых и кроссовые башни типа 110 в аппаратной;
- наборные панели с модульными разъемами – для организации резервных магистральных линий категории 5е;
- коммутационные полки с дуплексными розетками многомодового разъема типа SC – для подключения оптических кабелей подсистемы внутренних магистралей;
- коммутационную полку с розетками одномодового разъема типа FC – для подключения оптического кабеля подсистемы внешних магистралей¹.

Во всех технических помещениях нижнего уровня данного конкретного проекта, то есть в КЭ, а также в аппаратной в той ее части, которая обслуживает рабочие места первого этажа, для подключения высокоскоростного сетевого оборудования к горизонтальной подсистеме будет использоваться метод коммутационного подключения (interconnect). Для подключения к кабельной системе кросса УПАТС используется схема связи между кроссами по рис. 4.14в.

9.3.5.2. Расчет количества устройств коммутационного оборудования и их аксессуаров

Каждое техническое помещение проектируемой системы обслуживает 90 2-портовых ИР на рабочих местах. Для подключения горизонтальных кабелей требуется $2 \times 90 / 24 = 8$ панелей высотой 1 U с 24 розеточными частями разъемов. Выбор именно этой разновидности панелей обосновывается несколько меньшей трудоемкостью монтажа по сравнению с панелями удвоенной высоты.

Для подключения многопарных кабелей категории 3 подсистемы внутренней магистрали на основании данных табл. 9.6 в каждом монтажном шкафу, установленном в КЭ, потребуется одна 200-парная панель типа 110.

Резервные кабели категории 5е заводятся на наборные панели. Согласно данным табл. 9.6 в каждой КЭ имеется по 9 таких кабелей. Соответственно в аппаратную по каналам стояка прокладывается 27 кабелей категории 5е. Поэтому

¹ В соответствии с требованиями стандарта ISO/IEC 11801 в СКС необходимо применять коммутационные устройства с разъемами типа SC. В данном случае используем широко распространенный в сетях связи общего пользования нашей страны разъем FC для получения надежной механической блокировки неправильного подключения.

в проектируемой системе потребуется в общей сложности 5 наборных панелей: по одной – в каждой из КЭ и две – в аппаратной.

Розеточные модули в наборных панелях, устанавливаемых в КЭ, монтируем в их правой части под up-link-портами коммутаторов уровня рабочей группы. Часть установочных гнезд для розеточных модулей этих панелей остается свободными. В качестве монтажного конструктива в разделе 9.2.3 выбраны шкафы со стеклянной передней дверью. Поэтому для улучшения эстетических показателей коммутационного поля свободные проемы закрываются заглушками. Наборная панель имеет проемы, каждый из которых рассчитан на установку двух модулей. Тогда в КЭ в наборных панелях остается незадействованными $12 - 9 / 2 = 7$ проемов, а в аппаратной $2 \times 12 - 27 / 2 = 10$ проемов, и всего понадобится $3 \times 7 + 10 = 31$ заглушка.

Согласно данным табл. 9.6 в каждую КЭ заводится по два 12-волоконных оптических кабеля внутренней прокладки. Оптическая полка высотой 1 U для их подключения имеет 2 кабельных ввода и 12 дуплексных розеток SC, то есть в одной такой полке может быть разделано оба кабеля. Стандартная сплайс-пластина комплектуется следующими элементами: корпусом с встроенным в него организатором технологического запаса волокон, двумя съемными держателями гильз КДЗС на 6 посадочных мест и защитной крышкой. В каждой полке может быть установлено по две сплайс-пластины. Для увеличения функциональной гибкости создаваемой сети выполним оконцевание всех волокон кабелей, вводимых в полку, для чего потребуется 24 монтажных шнура с вилкой многомодового разъема SC. В аппаратной установим 3 аналогичных оптических полки с такой же комплектацией аксессуарами. Это обеспечивает единство применяемой элементной базы и несколько упрощает процедуру монтажа.

В аппаратную дополнительно вводится кабель подсистемы внешних магистралей. Для его подключения заказывается полка высотой 1 U с 8 одномодовыми розетками FC. В процессе подключения используется 8 одномодовых монтажных шнуров с вилками разъема FC, 8 защитных гильз КДЗС, одна сплайс-пластина с комплектацией, аналогичной применяемой в полках с многомодовыми разъемами.

Для подключения УПАТС к СКС использована схема связи между кроссами. Со стороны СКС к кроссу подходит $2 \times 400 = 800$ пар. Для разводки этих пар используем две 400-парные настенные кроссовые башни. В качестве промежуточного кросса УПАТС кросса выберем аналогичное оборудование. При этом из восьми 100-парных блоков этих башен семь предназначены для подключения внутренних телефонов, а восьмой – для подключения прямых городских номеров. Данный вариант возможен потому, что в соответствии с исходными данными на первом этапе функционирования информационно-вычислительной системы предприятия основная масса телефонных аппаратов будет эксплуатироваться по однопарной схеме. При полном переходе на 2-парную схему рядом с панелями может быть установлена настенная 100-парная панель, для чего в аппаратной имеется достаточно свободного места.

Результаты расчетов коммутационного оборудования, устанавливаемого в технических помещениях различного уровня, сведены в табл. 9.9.

Таблица 9.9. Состав коммутационного оборудования технических помещений

Заказчик: <u>Фирма «Одуванчик»</u> Объект: <u>Центральный офис</u> Здание: <u>ул. Цветочная, д. 12</u>								
№ п/п	Функциональная секция	Кол-во кабелей	Пар/ волокон в кабеле	Всего пар/ волокон	Пар/ волокон в тракте	Трактов	Тип коммутационного оборудования	Кол-во устройств
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Кроссовая: 228 (328, 428)</i>								
1	Горизонтальных кабелей	180	4	720	4	180	24-портовая коммутационная панель	8
2	Резервная внутренняя магистраль категории 5е	9	4	36	4	9	24-портовая наборная коммутационная панель	1
3	Внутренняя магистраль категории 3	2	100	200	2	200	200-парная панель типа 110	1
4	Внутренняя магистраль (оптика)	2	12	24	2	24	Оптическая полка (24 порта)	1
<i>Аппаратная: 128</i>								
1	Горизонтальных кабелей	180	4	720	4	180	24-портовая коммутационная панель	8
2	Резервная внутренняя магистраль категории 5е	27	4	108	4	27	24-портовая наборная коммутационная панель	2
3	Внутренняя магистраль категории 3 (оборудование в монтажном шкафу)	2	100	200	2	200	200-парная панель типа 110	1
4	Внутренняя магистраль категории 3 (оборудование на стене помещения)	8	100	800	2	400	400-парная настенная кроссовая башня	2
5	Отображение портов УПАТС	28	25	700	1	700	400-парная настенная кроссовая башня	2
6	Панель входного кросса ГТС	1	100	100	1	100	100-парный блок типа 110 в кроссовой башне	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 9.9. Состав коммутационного оборудования технических помещений (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Внутренняя магистраль (оптика)	6	16	96	2	48	Оптическая полка (24 порта)	6
8	Внешняя магистраль	1	8	8	2	4	Оптическая полка (8 портов)	1

9.3.6. Выбор типа и расчет количества организаторов

В проектируемой кабельной системе используются следующие разновидности организаторов:

- горизонтальные организаторы, устанавливаемые в монтажных конструкциях;
- вертикальные организаторы, устанавливаемые в шкафах;
- вертикальные организаторы, устанавливаемые рядом с кроссовыми башнями в аппаратной.

Согласно схеме на рис. 9.6 в каждой из КЭ потребуется 9 горизонтальных организаторов. Коммутационное оборудование СКС и сетевые устройства ЛВС в данном случае размещаются в одном монтажном шкафу. Поэтому на основании положений раздела 5.3.1.1 выбираем высоту организатора 1 U. В аппаратной в той части коммутационного поля, которая выполняет функции оборудования КЭ, необходимое количество организаторов совпадает с аналогичным параметром КЭ (то есть 9 штук). Наборные панели резервной магистрали категории 5е в количестве 2 штук требуют одного организатора, 3 оптические полки – трех. Дополнительно предусматривается 2 организатора, монтируемых над и под центральным коммутатором. Таким образом, всего в аппаратной потребуется 15 организаторов. Суммируя указанные значения, получаем количество изделий этой разновидности, включаемых в спецификацию: $9 \times 3 + 15 = 42$.

Вертикальные кабельные организаторы (держатели) кабелей шнуров различного назначения в шкафах устанавливаются на монтажных рельсах рядом с панелями и оборудованием отдельных функциональных секций коммутационного поля с двух сторон каждого функционально законченного блока, то есть по паре – на каждый горизонтальный организатор и по паре – на каждую 200-парную панель типа 110. Таким образом, в каждой кроссовой потребуется 22 держателя данного типа. В аппаратной функциональная секция горизонтальной подсистемы и сетевого оборудования уровня рабочей группы ЛВС обслуживается 16 держателями, панель отображения портов УПАТС – двумя, оптические полки – шестью, панели резервной магистрали категории 5е – двумя. Рядом с центральным коммутатором, в связи с его большой высотой, устанавливаем по два держателя с каждой стороны. Таким образом, всего в аппаратной потребуется 30 держателей.

42 U	Оптическая полка	Секция горизонтальных кабелей
41 U	Организатор 1 U	
40 U	200-парная панель с организатором	
39 U		
38 U	24-портовая панель	
37 U		
36 U	24-портовая панель	
35 U	Организатор 1 U	
34 U	24-портовая панель	
33 U	24-портовая панель	
32 U	Организатор 1 U	
31 U	24-портовая панель	
30 U	24-портовая панель	
29 U	Организатор 1 U	
28 U	24-портовая панель	
27 U	24-портовая панель	
26 U	Организатор 1 U	
25 U	12-портовый коммутатор	Секция активного сетевого оборудования ЛВС
23 U	12-портовый коммутатор	
22 U	Организатор 1 U	
21 U	12-портовый коммутатор	
20 U	12-портовый коммутатор	
19 U	Организатор 1 U	
18 U	12-портовый коммутатор	
17 U	12-портовый коммутатор	
16 U	Организатор 1 U	
15 U	12-портовый коммутатор	
14 U	12-портовый коммутатор	
13 U	Организатор 1 U	
12 U	Наборная панель	
11 U	Организатор 1 U	
8 U		
7 U		
6 U		
5 U		
4 U		
3 U		
2 U		
1 U		

Рис. 9.6. Схема размещения коммутационного оборудования в монтажных конструктивах, установленных в помещениях кроссовых

Суммируя указанные значения, получаем количество держателей, вводимых в спецификацию: $22 \times 3 + 30 = 96$. Габариты держателя на основании данных раздела 5.3.2.4 выбираются равными 93×80 мм.

Вертикальные организаторы для кроссовых башен в связи с требованием заказчика об использовании в этой части административной подсистемы коммутационных шнуров устанавливаются:

- с обеих сторон от кроссовых башен;
- в соответствии с правилами, изложенными в разделе 4.6.6.3, – между второй и третьей кроссовыми башнями.

Таким образом, общее количество вертикальных организаторов равно трем. Высота монтажа оснований кроссовых башен выбирается равной высоте организаторов.

9.3.7. Расчет количества и определение длин оконечных, кроссовых и коммутационных шнуров в технических помещениях

9.3.7.1. Кроссовые

В кроссовых предусматриваются следующие виды шнуровых изделий:

- однопарные комбинированные шнуры с модульными вилками и вилками типа 110 на разных концах, предназначенные для соединения панелей горизонтальной подсистемы и магистрали категории 3;
- 4-парные шнуры с вилками модульных разъемов – для подключения горизонтальных линий к портам этажных коммутаторов рабочих групп ЛВС;
- оптические шнуры – для подключения оптических up-link-портов этажных коммутаторов рабочих групп к волоконно-оптическим линиям подсистемы внутренней магистрали;
- резервные 4-парные шнуры с вилками модульных разъемов – для подключения электрических портов этажных концентраторов к магистральному кабелю категории 5е.

Для расчета общего количества шнуров определенной разновидности по аналогии с положениями раздела 9.3.1 используем статистический подход. Принимаем, что поставляемые шнуры обеспечивают обслуживание 70% рабочих мест, и 10% от этого количества предусматриваем в составе ЗИП. Это означает, что в состав спецификации поставляемого оборудования включается в общей сложности по 77 шнуров первых двух разновидностей и по 8 шнуров для подключения к up-link-портам этажных коммутаторов.

В соответствии с исходными данными, для подключения к магистрали категории 3 будут использоваться однопарные комбинированные шнуры.

Определение объема поставки шнуров определенной длины первых двух разновидностей осуществляется в соответствии с методом, приведенном в разделе 4.7.3, и производится по графикам, приведенным в табл. 4.22.

При принятом в проекте размещении оборудования ЛВС и СКС, представленном на рис. 9.6, максимальное расстояние между коммутаторами и панелью резервной магистрали категории 5е не превысит 65 см. С учетом того, что розетки наборной панели резервной магистрали расположены под гнездами up-link-портов этажных коммутаторов, это позволяет применить шнуры длиной 1 м.

Для подключения оптических модулей up-link-портов этажных коммутаторов используем шнуры стандартной длины 3 м.

9.3.7.2. Аппаратная

В аппаратной предусматриваются следующие виды шнуровых изделий:

- однопарные комбинированные шнуры с модульными вилками и вилками типа 110 на разных концах, предназначенные для соединения розеточных частей разъемов панелей горизонтальной подсистемы и «вырожденной» магистрали категории 3, связывающей монтажный конструктив и настенные кроссовые башни;
- 4-парные шнуры с вилками модульных разъемов – для подключения горизонтальных линий к портам этажных коммутаторов рабочих групп ЛВС;
- оптические шнуры – для подключения оптических портов центрального коммутатора сети к волоконно-оптическим линиям подсистемы внутренней магистрали;
- оптические шнуры – для подключения оптических портов центрального коммутатора сети к волоконно-оптическим линиям подсистемы внешней магистрали;
- 4-парные шнуры с вилками модульных разъемов – для подключения up-link-портов этажных коммутаторов рабочих групп к портам центрального коммутатора ЛВС;
- резервные 4-парные шнуры с вилками модульных разъемов – для подключения электрических портов этажных концентраторов к магистральному кабелю категории 5е;
- однопарные шнуры типа 110 – для коммутации розеточных частей разъемов кроссовых башен;
- 25-парные монтажные шнуры Telco на одном конце – для подключения учрежденческой телефонной станции к выделенной для нее 100-парной панели кроссовой башни.

В соответствии с разделом 9.2.1 для улучшения технико-экономических показателей проектируемой системы помещение аппаратной дополнительно выполняет функции КЭ первого этажа. Поэтому количество и распределение по длинам шнуров первых двух разновидностей в аппаратной совпадают с аналогичными параметрами в любой этажной кроссовой.

Центральный коммутатор ЛВС подключается к up-link-портам коммутаторов рабочих групп следующим образом:

- 4-парными шнурами категории 5е с вилками модульных разъемов – к коммутаторам в помещении 128;
- многомодовыми оптическими шнурами с вилками разъемов SC через оптические кабели подсистемы внутренней магистрали – к коммутаторам в остальных кроссовых;
- одномодовыми оптическими шнурами через оптические кабели подсистемы внешних магистралей – к ранее построенной сети в другом здании.

Оценим длину шнуров из витых пар последней разновидности. В разделе 9.4.3 выполнено обоснование применения в аппаратной конструктивов шириной 800 мм.

Из рис. 9.6 следует, что центральный коммутатор и коммутаторы уровня рабочей группы ЛВС информационно-вычислительной системы целесообразно размещать в разных монтажных конструктивах. В случае их монтажа на одной высоте для упрощения удобства обслуживания расстояние между связываемыми портами этих устройств может достигать только по горизонтали 1,5 м. В силу этого целесообразно применение шнуров длиной 2 м. Общее количество этих шнуров может быть найдено на основании ожидаемого количества коммутаторов рабочих групп в аппаратной и с учетом 10-процентного резерва составит 8 штук.

Для выполнения подключения центрального коммутатора по оптическим каналам потребуется в общей сложности $3 \times 8 = 24$ многомодовых оптических шнура, $2 + 1 = 3$ одномодовых оптических шнура.

Для подключения УПАТС используются монтажные шнуры в виде 25-парных кабелей с установленными на одном из концов разъемами Telco. Могут быть заказаны шнуры длиной до 30 м. Расстояние между кроссовыми башнями и системным блоком УПАТС на стене помещения составляет примерно 1 м. В данном случае с учетом подъемов и поворотов, а также запасов на непрямолинейность укладки и разделку примем среднюю длину монтажного шнура равной 5 м. В процессе проектирования административной подсистемы под кросс УПАТС было выделено семь 100-парных блоков, что позволит в перспективе без каких-либо проблем перейти на подключение 2-парных телефонов. Поэтому общее количество монтажных шнуров указанного типа составит: $700 / 25 = 28$.

Для выполнения коммутации на кроссовых башнях потребуется в общей сложности $77 \times 4 = 308$ однопарных шнуров с разъемами типа 110. Используем для выполнения этой операции стандартные шнуры длиной 1 м.

Результаты расчетов сведены в табл. 9.10.

Таблица 9.10. Коммутационные, кроссовые и оконечные шнуры

Заказчик: <u>Фирма «Одуванчик»</u> Объект: <u>Центральный офис</u> Здание: <u>ул. Цветочная, д. 12</u>								
№ п/п	Функциональные секции		Кол-во трактов	Тип вилки		Шнуровые изделия		
	1	2		1	2	Тип	Длина, м	Кол-во
	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Кроссовая: 228, 328, 428</i>								
1	Горизонтальных кабелей	Внутренняя магистраль котедории 3	90	110 1 пара	Модульный	110-RJ45 1 поро	1,0 1,5	54 23
2	Горизонтальных кабелей	Сетевого оборудования ЛВС	90	Модульный	Модульный	RJ45-RJ45 4 пары	1,0 1,5 2,0	25 45 7
3	Внутренняя магистраль (оптика)	Сетевого оборудования ЛВС	9	2 × SC	2 × SC	SC-CC-3m	3,0	8

Таблица 9.10. Коммутационные, кроссовые и оконечные шнуры (окончание)

Заказчик: <u>Фирма «Одуванчик»</u> Объект: <u>Центральный офис</u> Здание: <u>ул. Цветочная, д. 12</u>								
№ п/п	Функциональные секции		Кол-во трактов	Тип вилки		Шнуровые изделия		
	1	2		1	2	Тип	Длина, м	Кол-во
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Кроссовая: 228, 328, 428</i>								
4	Резервная внутренняя магистраль категории 5е	Сетевого оборудования ЛВС	9	Модульный	Модульный	RJ45-RJ45 4 пары	1,0	8
<i>Аппаратная: 128</i>								
5	Горизонтальных кабелей	Внутренняя магистраль категории 3	90	110 1 пара	Модульный	110-RJ45 1 пара	1,0 1,5	54 23
6	Горизонтальных кабелей	Сетевого оборудования ЛВС (уровень рабочих групп)	90	Модульный	Модульный	RJ45-RJ45 4 пары	1,0 1,5 2,0	25 45 7
7	Внутренняя магистраль (оптика)	Сетевого оборудования ЛВС (уровень центрального коммутатора)	27	2 × SC	2 × SC	SC-CC-3m	3,0	24
8	Резервная внутренняя магистраль категории 5е	Сетевого оборудования ЛВС	27	Модульный	Модульный	RJ45-RJ45 4 пары	1,0	24
9	Сетевого оборудования ЛВС (уровень рабочих групп)	Сетевого оборудования ЛВС (уровень центрального коммутатора)	9	Модульный	Модульный	RJ45-RJ45 4 пары	2,0	8
10	Внешняя магистраль (оптика)	Сетевого оборудования ЛВС (уровень центрального коммутатора)	4	FC	SC	FC-SC-SM-3m	3,0	3
11	Центрального кроссо магистро-ли категории 3	Отображения портов УПАТС	400	110 1 пар	110 1 пар	110-110 1 пар	1,0	308
12	Отображения портов УПАТС	УПАТС	400	Telco 25 пар	–	Telco 25 пар	5,0	28

9.4. Расчет дополнительных и вспомогательных элементов СКС

9.4.1. Расчет декоративных коробов и их аксессуаров

9.4.1.1. Определение габаритных размеров

Расчет выполняется в соответствии с положениями раздела 5.1. В рабочих помещениях прокладка кабеля в соответствии с требованиями заказчика выполняется в декоративных коробах. Согласно плану на рис. 9.4 схема прокладки декоративных коробов выбрана таким образом, что отдельные сегменты кабельных каналов данной разновидности в основной своей массе используются для прокладки кабелей к двум информационным розеткам. Три ИР обслуживают сегменты в помещениях 22, 24, 27 и 36, четыре – в помещениях 14, 15 и 24, пять – в помещениях 22 и 24.

Габариты декоративного короба рассчитываем в соответствии с методом, изложенным в разделе 5.1.2. Принимаем диаметр горизонтального кабеля категории 5е равным 5,2 мм, что соответствует площади поперечного сечения 21,2 мм². Коэффициент использования площади в соответствии с данными табл. 3.10 принимаем равным $k_i = 0,5$, а коэффициент заполнения – средним по стандарту TIA/EIA-569-A и равным $k_z = 0,45$. При такой степени заполнения существенно упрощается эксплуатация кабельной системы и становится возможной при необходимости установка дополнительных ИР с прокладкой новых кабелей в существующих декоративных коробах. В случае острой необходимости иногда допускается увеличение этого параметра, но не выше максимального значения, установленного стандартом.

В соответствии с исходными данными, кроме информационной сети должна быть создана сеть электропитания. Для выполнения норм противопожарной безопасности (раздел 7.2.4) для прокладки силовых кабелей должна быть выделена отдельная секция декоративного короба. При относительно небольшом количестве ИР, обслуживаемых одним сегментом декоративных коробов, применение этих изделий больших размеров со съемными перегородками является нецелесообразным. Таким образом, получаем, что для минимизации габаритов необходимо применять 3-секционные настенные кабельные каналы, то есть короба размером 60×16 мм и более.

Результаты расчетов габаритов короба приведены в табл. 9.11 и свидетельствуют о том, что в проекте будут использоваться короба двух типоразмеров: 60×16 мм и 75×20 мм, которые позволяют выполнять монтаж корпусов информационных и силовых розеток рядом с коробом на поверхности стены. Две секции этих изделий будут использованы для прокладки горизонтальных информационных кабелей, а одна – двух силовых кабелей (один для системы гарантированного

электропитания компьютерного оборудования, другой обеспечивает подключение розеток бытового электроснабжения). При этом предполагается, что розетки электропитания различного назначения соединяются силовым кабелем «по шлейфу», то есть последовательно.

Таблица 9.11. К определению габаритов декоративных коробов в помещениях для размещения пользователей

Количество обслуживаемых ИР	2	3	4	5	6
Количество горизонтальных кабелей	4	6	8	10	12
Требуемая площадь короба, мм ²	565	848	1130	1413	1413*
Габаритные размеры короба, мм	60×16 (40×16)	60×16	75×20	75×20	75×20

* При коэффициенте заполнения 0,5.

9.4.1.2. Расчет количества короба и аксессуаров

Из-за разнотипности рабочих помещений применение статистического метода расчета, предложенного в разделе 5.1.3, для расчета количества короба может привести к значительной ошибке. Поэтому в связи с относительно небольшим количеством помещений используем более точный табличный метод расчета. Считаем, что короб содержит только один вертикальный спуск и горизонтальный участок, длина которого определяется размерами помещения и топологией размещения ИР. При высоте этажа в свету 3,5 м, высоте фальшпотолка в 80 см вертикальный участок может быть пройден одной двухметровой секцией этого короба.

Результаты расчетов сведены в табл. 9.12.

В перечне поставляемого оборудования количество линейной части кабельного канала (погонажа) на основании данных раздела 5.1.3 указываем с запасом 6,3%, рассчитанным на компенсацию неизбежных отходов в процессе установки, и с округлением в большую сторону с точностью до 2 м. Последнее определяется стандартной длиной поставки этого вида изделий с завода-изготовителя.

Величину расхода соединительной детали на данном этапе проектирования оценим величиной, численно равной половине длины короба.

9.4.2. Прочие разновидности кабельных каналов

9.4.2.1. Расчет требуемого количества каналов стояка

Помещения кроссовых и аппаратной согласно схеме на рис. 9.1 и данным табл. 9.2 располагаются непосредственно друг над другом, причем аппаратная размещается на первом этаже. В соответствии с исходными данными функции каналов стояка выполняют три трубы с номинальным внутренним диаметром 80 мм. Наиболее загруженной частью каналов является участок на переходе между первым и вторым этажами, где согласно схеме на рис. 9.5 проходят шесть оптических кабелей внутренней прокладки, шесть 100-парных магистральных кабелей категории 3 и 27 резервных магистральных 4-парных кабелей категории 5е. Согласно данным

Таблица 9.12. К расчету количество короба и аксессуаров

Номер помещения	60х16 мм					75х20 мм			
	Короб с крыш-кой, м	Угол плоский	Угол внутрен-ний	Зоглуш-ка	Тройник	Короб с крыш-кой, м	Угол плоский	Угол внутрен-ний	Зоглуш-ка
X12	5,74	1	—	1	—	—	—	—	—
X13	6,2	1	—	1	—	—	—	—	—
X14	8,1	1	—	1	—	12,3	1	1	1
X15	4,8	1	—	1	—	12,3	1	1	1
X16	6,2	1	—	1	—	—	—	—	—
X17	6,2	1	—	1	—	—	—	—	—
X18	10,5	2	—	2	—	—	—	—	—
X19	13,8	2	—	2	—	—	—	—	—
X20	18,2	2	—	2	—	—	—	—	—
X21	18,2	2	—	2	—	—	—	—	—
X22	—	—	—	—	—	22,9	2	2	2
X23	16,6	2	—	2	—	—	—	—	—
X24	7,8	1	—	1	—	13,2	1	1	1
X25	6,7	1	—	1	—	—	—	—	—
X26	11,7	2	1	2	—	—	—	—	—
X27	11,3	2	—	2	—	—	—	—	—
X28	12,7	2	1	2	—	—	—	—	—
X29	12,7	2	—	2	1	—	—	—	—
X30	10,9	1	—	2	—	—	—	—	—
Итого	188,3	27	2	28	1	60,7	5	5	5

разделов 3.5.2 и 3.7.3 для прокладки этих кабелей требуется вертикальный канал минимальной площадью 6470 мм² (при 100-процентном заполнении и коэффициенте использования $k_i = 0,4$ в соответствии с данными табл. 3.10). Площадь поперечного сечения одной трубы канала стояка составляет 5000 мм², следовательно, кабели СКС будут прокладываться по двум трубам. Это позволит снизить коэффициент заполнения почти в два раза и существенно увеличить удобство эксплуатации магистральной части кабельной системы. Третий канал остается в резерве или может быть использован для других целей.

9.4.2.2. Расчет кабельных вводов горизонтальных кабелей в технические помещения

Согласно плану на рис. 9.4 в техническом помещении предусмотрено два кабельных ввода, реализованных на основе блоков трубок внутренним диаметром 32 мм. Первый из них выходит в лифтовый холл (помещение 2 по плану), второй соединяет техническое помещение с комнатой 29. Ввод номер 1 обслуживает горизонтальные кабели, которые прокладываются к информационным розеткам в помещениях 23, 24, 25 и 26. Через ввод номер 2 протягиваются кабели, подключаемые к ИР в остальных помещениях для пользователей, за исключением помещений 27, 28, 29 и 30. Согласно данным табл. 9.4 через первый ввод проходит 44 кабеля, через второй – 104.

В табл. 3.26 отсутствуют параметры кабелей и труб, используемых в данном проекте. Поэтому применим расчетный метод, в результате которого получаем, что через одну трубку диаметром 32 мм можно с единичным коэффициентом заполнения ввести 9 горизонтальных 4-парных кабелей. Отсюда минимально допустимое количество трубчатых элементов на вводе номер 1 составляет пять, а на вводе номер 2 – двенадцать. Таким образом, предусмотренные строительным проектом здания кабельные вводы могут быть использованы для построения структурированной кабельной проводки с достаточным запасом.

9.4.2.3. Расчет закладных труб вводов в рабочие помещения

Для ввода кабелей, снимаемых с лотков, в рабочие помещения в соответствующих местах стенок коридора за фальшпотолком формируются отверстия, в которые на всю толщину стены до прокладки кабелей СКС устанавливаются закладные трубы. Количество ИР, к которым подключаются горизонтальные кабели, проходящие через один ввод, не превышает шести. С учетом того, что через одну трубку можно ввести не более 9 кабелей, получаем, что для прокладки требуется не более двух труб.

Концы заготовок труб вводов перед установкой обрабатываются в соответствии с правилами, изложенными в разделе 3.8.2.4. Они очищаются от заусенцев, а для удаления острых кромок, которые могут повредить оболочки кабелей при протяжке, с них снимаются фаски.

9.4.2.4. Расчет габаритов лотков

Для прокладки кабелей горизонтальной подсистемы в соответствии с решениями, принятыми на архитектурной фазе проектирования, на этажах вдоль коридора за подвесным потолком устанавливаются лотки.

В процессе расчета кабельных вводов в технические помещения проектируемой кабельной проводки было установлено, что через них проходят 44 и 104 кабеля, которые затем укладываются на лотки. При площади горизонтального кабеля $21,2 \text{ мм}^2$ и 10-процентном коэффициенте использования согласно данным табл. 3.10 получаем, что площадь лотков должна составлять 9330 и 22000 мм^2 . Подходящую площадь имеют лотки с номинальным сечением $50 \times 200 \text{ мм}$ и $100 \times 300 \text{ мм}$. По мере удаления от технического помещения могут быть использованы лотки меньшего сечения. В данном случае из соображения единообразия элементной базы во всем проекте используем лотки второго типа. Согласно плану на рис. 9.4 на каждом этаже потребуется 49 м лотков, а всего для реализации кабельной системы необходимо поставить 200 м лотков с соответствующими аксессуарами и компонентами крепления.

Расстояние от пола до нижней кромки лотка в соответствии с данными раздела 9.2.2 равно 3 м. При высоте боковой стенки лотка 10 см и общей высоте помещения до капитального потолка 350 см расстояние между верхней кромкой лотка и потолком составит 40 см, что превышает минимальное значение 25 см и достаточно для нормальной работы.

9.4.3.5. Расчет монтажных конструктивов

В разделе 9.2.3 было обосновано, что оборудование СКС и активные устройства ЛВС размещаются в закрытых монтажных шкафах со стеклянной передней дверью. По формулам табл. 5.5 с учетом принципа организации коммутационного поля по схеме коммутационного подключения (interconnect) и числа обслуживаемых рабочих мест $N = 90$ получаем, что общая высота монтажного конструктива составит примерно

$$H = \frac{9}{32}N + 7 \approx 33 \text{ U},$$

что практически совпадает со значением, следующим из графика на рис. 9.6. Для получения необходимых запасов на развитие информационно-вычислительной системы предприятия применим в кроссовых и аппаратной одинаковые шкафы высотой 42 U. Как было установлено выше, в монтажном конструктиве аппаратной кроме сетевого оборудования коллективного пользования устанавливается коммутационное оборудование СКС, обслуживающее ИР рабочих мест первого этажа. На основании этого в КЭ будет установлено по одному шкафу, а в аппаратной – два. При этом для установки серверов, центрального коммутатора, дискового массива, каркасов модемного пула и прочих активных сетевых устройств имеется свободное место: $2 \times 42 - 33 = 51 \text{ U}$.

В соответствии с положениями раздела 5.2.4 в данном проекте применим монтажные шкафы шириной 800 мм.

Из исходных данных, касающихся принципов построения и характера работы ЛВС заказчика, следует, что в КЭ достаточно высока вероятность установки специализированных серверов. Поэтому на основании положений раздела 5.2.4.2 номинальную глубину монтажных шкафов выберем равной 800 мм (фактическое значение 875 мм).

Минимизация расхода магистрального кабеля и упрощение элементов его подвода к монтажным конструктивам обеспечивается установкой шкафов рядом со стояками. Для получения необходимой жесткости конструкции и в соответствии с требованиями раздела 3.2.6 шкафы в аппаратной соединяются между собой, для чего используются штатные комплекты крепежных средств.

Шкафы дополнительно комплектуются следующим оборудованием:

- набором ножек (комплект на конструктив);
- вентиляторным модулем, устанавливаемым для экономии монтажной высоты в крышке шкафа, – по одному на конструктив;
- комплектом заземления – по одному на конструктив;
- вертикальным распределителем силового электропитания – по паре на конструктив на основании данных раздела 5.3.4;
- полки глубиной по 454 мм для установки оборудования, не имеющего элементов крепления на 19-дюймовых рельсах, – по одной на конструктив.

9.5. Расчет вспомогательных элементов СКС

9.5.1. Выбор типа и расчет объемов поставки элементов крепления

В соответствии с разделом 5.4 расчету подлежат параметры и объем поставки кабельных стяжек, элементов крепления декоративных коробов, элементов крепления оборудования в 19-дюймовом конструктиве.

9.5.1.1. Кабельные стяжки

Кабельные стяжки используются для формирования жгутов кабелей в 19-дюймовом конструктиве и на лотках. При количестве обслуживаемых рабочих мест $N = 90$ согласно рис. 5.14 используем стяжки длиной 380 мм. По формуле 5.17 получаем общий расход стяжек этого типа в шкафах, установленных в КЭ, равный 101 шт.

В разделе 9.2.2 было обосновано, что на каждом этаже здания под рукавами располагается по три точки крепления кабелей подсистемы внутренних магистралей. Для крепления этих кабелей вне монтажных шкафов потребуется еще $4 \times 3 = 12$ стяжек.

Дополнительно примем во внимание то, что в КЭ согласно положениям раздела 9.4.3 используются конструктивы с запасом по высоте, а в аппаратной устанавливаются два монтажных шкафа. С учетом этих обстоятельств в состав поставляемого оборудования вводится пять упаковок стяжек рассматриваемой длины по 100 шт. в каждой.

Стяжка длиной 550 мм применяется для крепления жгутов кабелей на лотках. Общая длина лотков, обслуживающих один этаж, в рассматриваемой системе согласно рис. 9.4 составляет 49 м. Таким образом, потребуется две упаковки этих стяжек по 100 шт. в каждой.

9.5.1.2. Элементы крепления декоративных коробов

В качестве крепежного элемента коробов и розеточных модулей с учетом материала стен здания, определенных в исходных данных, и информации, представленной в табл. 5.13, можно применить нейлоновый дюбель или джет-плаг. В данном конкретном проекте используем более доступный нейлоновый дюбель (дюбель-шуруп).

Согласно результатам, полученным в разделе 9.4.1.2, на одно рабочее место в данном проекте приходится в среднем $(202 + 66) / 90 = 3$ м короба с габаритами не более 75×20 мм. Для установки силовых и информационных розеток использован метод крепления на поверхности рядом с коробом в рамке. При этом в общей сложности крепятся четыре рамки: одна – для ИР, две – для силовых розеток «чистого» электропитания и одна – для электрической розетки бытовой сети. Для коробов размером до 75×20 мм согласно разделу 5.4.1 среднее расстояние между точками крепления составляет примерно 40 см. Таким образом, общий расход

дюбель-шурупов будет равен $4 \times 90 \times [3 / 0,4 + (1 + 2 + 1) \times 3] = 7020$ шт. Поставка этих компонентов производится упаковками по 100 шт. в каждой, то есть всего потребуется 71 упаковка.

9.5.1.3. Элементы крепления оборудования в 19-дюймовом конструктиве

Для определения величины расхода этого вида компонентов воспользуемся положениями раздела 5.4.3. Коммутационное поле в КЭ формируется по схеме interconnect, количество обслуживаемых рабочих мест составляет $N = 90$. По формулам, приведенным в табл. 5.13, получаем, что для монтажа оборудования в одном шкафу КЭ необходимо 105 комплектов «винт М6 – квадратная гайка», а всего во всех технических помещениях – 420 комплектов. Поставка этого вида крепежных элементов выполняется упаковками по 50 шт. В перечень поставляемого оборудования включаем 10 таких упаковок. Полученный запас расходует для монтажа активного сетевого оборудования в аппаратной, а также оставляем в ЗИП для использования в процессе текущей эксплуатации информационно-вычислительной системы предприятия.

9.5.2. Расчет количества элементов маркировки

Определение видов и количества финишной и технологической маркировки выполняется в соответствии с положениями раздела 5.5.1.

Считается, что панели различного назначения, устанавливаемые в технических помещениях кроссовых этажей и аппаратной, имеют штатные элементы маркировки. Маркировка отдельных кабелей, шнуров и розеток выполняется самоклеющимися маркерами. При этом у шнуровых изделий в соответствии с действующими правилами маркируются оба конца. В соответствии с этим правилом на каждый кабель расходуется по четыре маркера (2 для технологической и 2 для финишной маркировки) и по два – на шнур. Розеточные модули ИР маркируются один раз. Результаты расчетов сведены в табл. 9.13.

9.5.3. Технологическое и измерительное оборудование

В спецификацию поставляемого оборудования введены технологические и измерительные приборы. Это оборудование после завершения монтажа передается заказчику и используется им в процессе текущей эксплуатации для различных проверок, во время выполнения мелкого ремонта, при организации новых кабельных линий и в других аналогичных ситуациях. В процессе монтажа они часто выполняют функции наглядных пособий и используются для обучения персонала заказчика, который в дальнейшем будет эксплуатировать СКС (если такое обучение предусмотрено договором).

Однопроводный и 5-парный ударный инструменты используются при подключении кабелей к розеточным модулям информационных розеток и коммутационных панелей.

Таблица 9.13. Расчет количества маркирующих элементов

Вид компонента СКС	Тип маркировки	Вид маркировки	Число маркируемых компонентов	Расход	Количество маркеров на листе	Число листов	Тип маркера
Горизонтальный кабель	Технологическая	Самоламинирующийся маркер	$4 \times 90 + 9 \times 3 = 387$	2 – на проброс	64	13	DAT-34-292-10
	Финишная	Самоламинирующийся маркер	387	2 – на проброс	64	13	DAT-34-292-10
Магистральный кабель (оптика и категория 3)	Технологическая	Самоламинирующийся маркер	Оптика: $3 \times 2 = 6$ Кат. 3: $4 \times 2 = 8$	2 – на проброс	21	2	LAT-19-361-2,5
	Финишная	Самоламинирующийся маркер	14	2 – на проброс	21	2	LAT-19-361-2,5
Оканечные, кроссовые и коммутационные шнуры	Финишная	Самоламинирующийся маркер	1047	2 – на шнур	49	43	LAT-18-361-2,5
Розеточные модули ИР	Финишная	Клеевая этикетка	$4 \times 2 \times 90 = 720$	1 – на порт	290	3	ELAT-32-747W-10

Примечание.

1. Маркеры для резервных линий категории 5е подсистемы внутренних магистралей учтены при расчете количества маркировки горизонтального кабеля.
2. Количество маркируемых шнуров определяется в соответствии с данными раздела 9.3.7 и табл. 9.10.

Приборы Omniscanner 2 и Simplifiber предназначены соответственно для тестирования кабельных линий и трактов из витых пар и оптических кабелей.

Дополнительно в этом разделе спецификации предусмотрен комплект инструментов и расходных материалов, позволяющих предварительно обученному эксплуатационному персоналу выполнять работы по установке оптических разъемов. Его наличие обеспечивает возможность развития кабельной системы и ее ремонт при авариях и неисправностях малой и средней тяжести.

Полный вариант выдержки из спецификации по колонкам 2, 6 и 7 представлен в табл. 9.14. Заполнение остальных колонок в достаточной степени зависит от конкретного производителя СКС и поэтому здесь не приводится.

Общая структурная схема спроектированной сети изображена на рис. 9.7. Для облегчения восприятия на чертеже не показана часть коммутационных шнуров.

Таблица 9.14. Выдержка из спецификации оборудования

Наименование и техническая характеристика	Ед. изм.	Кол-во
2	6	7
Подсистема рабочего места		
Розеточный модуль категории 5е серии MAX, 1-портовый, T568B, наклонный	шт.	720
Адаптер 45х45 мм для установки розеточных модулей серии MAX в рамки Mosaic	шт.	360
Оконечные шнуры с модульными разъемами RJ45, категория 5е, длина 2 м	шт.	232
Оконечные шнуры с модульными разъемами RJ45, категория 5е, длина 3 м	шт.	24
Горизонтальная подсистема		
Кабель: витая пара – 4 пары, категория 5е	м	28060
Подсистема внутренних магистралей		
Кабель кат. 3 – 100 пар	м	111
Кабель оптический: 12 х 62,5/125 волокна в PVC оболочке	м	121
Кабель: витая пара – 4 пары, категория 5е	м	610
Подсистема внешних магистралей		
Кабель оптический: 8 х 9/125 волокна с броней из стальной гофрированной ленты	м	2000
Коммутационное оборудование		
Горизонтальная подсистема		
Коммутационная панель с розетками модульных разъемов RJ45, категории 5е	шт.	32
Магистраль категории 3		
Кроссовая панель типа 110, 19", категории 5, 200-парная с организатором	шт.	3
Кроссовая башня типа 110 категории 5, 400-парная	шт.	4
Резервная магистраль категории 5е		
Корпус наборной панели	шт.	–
Модуль для наборной панели	шт.	–
Заглушка свободных окон наборной панели	шт.	31
Волоконно-оптическая магистраль		
Коммутационная оптическая полка 19" – 1U-DSC-MM-12	шт.	12
Коммутационная оптическая полка 19" – 1U-FC-SM-8	шт.	1
Шнур монтажный многомодовый 1 м (62,5/125) с вилкой разъема SC	шт.	144
Шнур монтажный одномодовый 1 м с вилкой разъема FC	шт.	8
Гильза защитная КДЗС	шт.	152
Корпус сплайс-пластины для коммутационных оптических полок 19"	шт.	13
Держатели защитных гильз КДЗС	шт.	26
Крышка корпуса сплайс-пластины	шт.	13
Организаторы		
Горизонтальный организатор 1 U	шт.	42
Кольцевой держатель кабеля 93х80 мм	шт.	96
Вертикальный организатор для 400-парных кроссовых башен	шт.	3
Коммутационные шнуры в технических помещениях		
Шнуры из витых пар		
Коммутационный шнур категории 5е с модульными разъемами RJ45, длина 1,0 м	шт.	148
Коммутационный шнур категории 5е с модульными разъемами RJ45, длина 1,5 м	шт.	180
Коммутационный шнур категории 5е с модульными разъемами RJ45, длина 2,0 м	шт.	36
Коммутационный шнур категории 5 с разъемами 110-RJ45, 1 пара – 1,0 м	шт.	216
Коммутационный шнур категории 5 с разъемами 110-RJ45, 1 пара – 1,5 м	шт.	92
Коммутационный шнур с разъемами 110-110, 1 пара – 1,0 м	шт.	308
25-парный коммутационный шнур с разъемов Telco, односторонний «папа» – 5,0 м	шт.	28
Оптические шнуры		
Оптический шнур с разъемами SC, 62,5/125, дуплексный – 3,0 м	шт.	48
Оптический шнур с разъемами FC-SC, 9/125, дуплексный – 3,0 м	шт.	3

Таблица 9.14. Выдержка из спецификации оборудования (окончание)

Наименование и техническая характеристика	Ед. изм.	Кол-во
Монтажное оборудование		
<i>Шкафы для технических помещений</i>		
Шкаф напольный 42 U, 2033×800×875 мм	шт.	5
Комплект для соединения шкафов	шт.	1
Модуль вентиляторный 600 Series (монтаж сверху) – 2 вентилятора High Performance	шт.	5
Комплект для заземления	шт.	5
Ножки для монтажного шкафа 19" (набор из 4 шт.)	шт.	5
Полка перфорированная для оборудования 19" длиной 454 мм	шт.	5
Силовые розетки для шкафов, вертикальные, 8 розеток	шт.	10
Винт с шайбой и гайкой для 19" оборудования, упаковка 50 шт.	шт.	10
<i>Короба для рабочих помещений пользователей</i>		
<i>Короб 60×16 мм</i>		
Основание с крышкой	м	202
Угол внутренний	шт.	2
Угол плоский	шт.	27
Заглушка	шт.	28
Соединительная деталь	шт.	101
Трайник	шт.	1
<i>Короб 75×20 мм</i>		
Основание с крышкой	м	66
Угол внутренний	шт.	5
Угол плоский	шт.	5
Заглушка	шт.	5
Соединительная деталь	шт.	33
<i>Лотки для установки в коридорах за фальшпотолком</i>		
Лоток 100×300 мм к элементами крепления	м	200
<i>Инструмент и расходные материалы для работы со структурированной кабельной системой</i>		
Ударный инструмент на 1 проводник (без лезвия)	шт.	2
Сменное лезвие для ударного инструмента на 1 проводник, тип 110	шт.	2
Ударный инструмент на 5 пар, тип 110	шт.	1
Кроссировочный провад: витая пара	м	305
Набор инструментов для установки вилок оптических разъемов	шт.	1
Набор расходных материалов для установки вилок оптических разъемов	шт.	1
Вилка разъема SC-MM	шт.	20
<i>Тестирующее оборудование</i>		
Кабельный тестер OmnisScanner 2	шт.	1
Прибор Simplifiber SC KIT	шт.	1
<i>Розетки силовой кабельной системы</i>		
Розетка 2P+T Mosaic французского стиля (для сети гарантированного электро-снабжения)	шт.	720
Розетка 2P+T Mosaic немецкого стиля (для сети бытового электроснабжения)	шт.	360
<i>Элементы крепления различных видов оборудования</i>		
Стяжка нейлоновая для кабеля, 380 мм, упаковка 100 шт.	шт.	5
Стяжка нейлоновая для кабеля, 550 мм, упаковка 100 шт.	шт.	2
Крепежный дюбель-шуруп, упаковка 100 шт.	шт.	71
<i>Элементы маркировки</i>		
Маркеры для маркировки розеточных модулей на рабочих местах, лист – 290 меток	шт.	3
Маркеры для маркировки горизонтальных кабелей, лист – 64 метки	шт.	26
Маркеры для маркировки коммутационных шнуров, лист – 49 меток	шт.	43
Маркеры для маркировки многопарных кабелей, лист – 21 метка	шт.	4

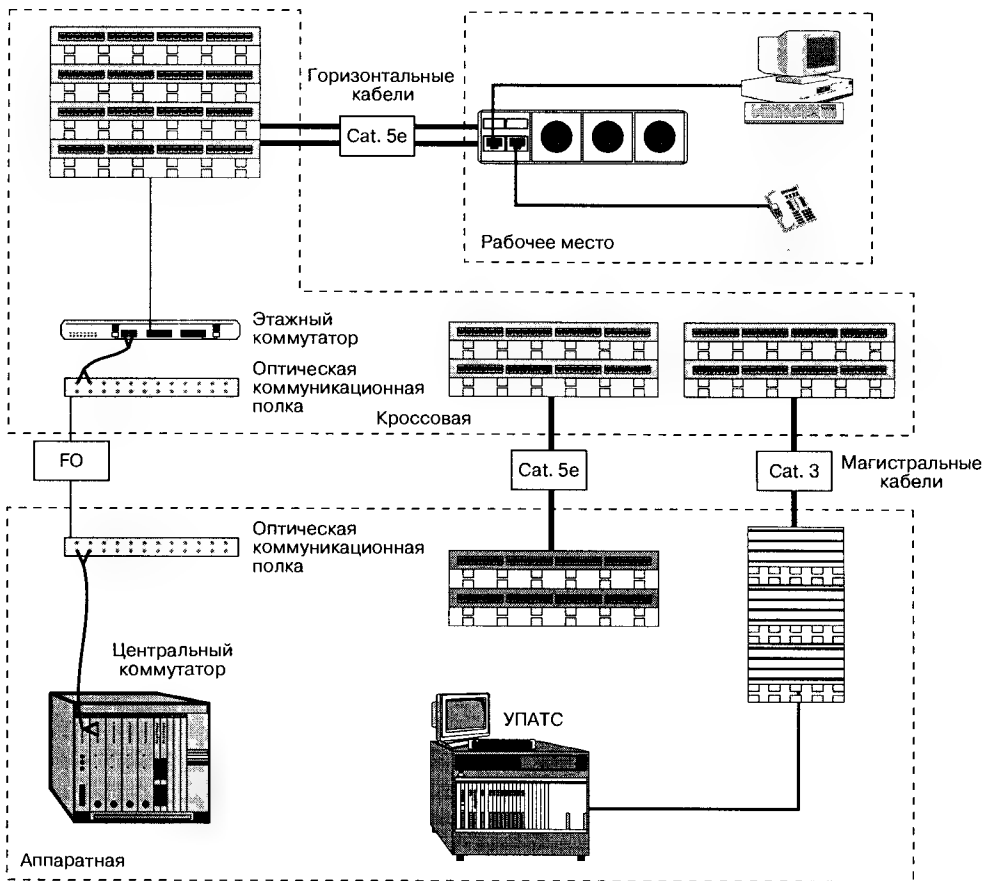


Рис. 9.7. Упрощенная структурная схема проектируемой сети

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процедура проектирования СКС является сложным многоступенчатым процессом и на всех стадиях реализации проекта проводится в общем случае с разбивкой на две основные фазы: архитектурную и телекоммуникационную.

Главной задачей архитектурной фазы проектирования является выработка строительных решений и подготовка инфраструктуры рабочих и технических помещений, а также кабельных трасс горизонтальной и магистральной подсистем к работам по монтажу СКС. Проектные решения архитектурной фазы оказывают значительное влияние на топологию кабельной системы, а их грамотный выбор позволяет в значительной степени оптимизировать ряд технико-экономических параметров создаваемой СКС.

Задаваемые стандартами и прочими нормативно-техническими документами требования к помещениям кроссовых и аппаратной позволяют однозначно определить как их площадь, так и условия окружающей среды, что в свою очередь дает возможность сформулировать требования к системам инженерного обеспечения здания. Процесс проектирования технических помещений во многом упрощается и облегчается единством требований к основным параметрам кроссовых и аппаратных с несколько более жесткими требованиями по некоторым характеристикам в отношении аппаратных, определяемыми спецификой устанавливаемого в них активного оборудования.

В зависимости от архитектурных особенностей здания могут применяться различные варианты подпольных, настенных и подпотолочных горизонтальных кабельных каналов и вертикальных стояков. При этом отдельные разновидности технических средств и строительных решений для организации кабельных трасс могут комбинироваться в достаточно широких пределах. В связи со значительными объемами кабелей, прокладываемых при реализации типовых СКС, емкость кабельных трасс современных офисных зданий должна быть существенно увеличена по сравнению с емкостью, предусматриваемой действующими нормами организации только телефонной проводки.

При строительстве подсистемы внешних магистралей существует большое количество возможностей реализации подземных, наземных и воздушных кабельных трасс, что позволяет оптимизировать структуру этой подсистемы СКС по самым различным критериям с максимально полным учетом условий конкретного проекта. При этом, в связи с небольшой емкостью подсистемы внешних магистралей и идентичностью механических и эксплуатационных параметров линейных

кабелей СКС и кабелей связи широкого применения, при организации ее трасс целесообразно пользоваться принципами и техническими решениями, разработанными применительно к сетям связи общего пользования.

Расчет количества отдельных компонентов, необходимых для реализации СКС, выполняется на телекоммуникационной фазе проектирования. Процедуру расчета целесообразно проводить по принципу «от частного к общему» в соответствии с моделью иерархической звездообразной структуры кабельной системы начиная от рабочего места. Основным фактором, определяющим количество отдельных компонентов СКС, является площадь помещений для размещения пользователей и конфигурация информационной розетки рабочего места. На состав оборудования, монтируемого в отдельных технических помещениях, дополнительно значительное влияние оказывают заданный принцип администрирования (централизованный или многоточечный) и схема организации коммутационного поля. Состав основного и дополнительного оборудования СКС, предназначенного для установки в технических помещениях, в большой мере зависит от выбранного способа размещения коммутационных панелей (на стене, в монтажном конструктиве или по смешанной схеме).

Процесс расчета величины расхода отдельных компонентов и их параметров на телекоммуникационной стадии может носить итерационный характер. Для облегчения перехода от одного этапа к другому и выполнения процедуры подготовки окончательной спецификации оборудования, а также обеспечения возможности просчета нескольких вариантов проекта результаты расчетов по отдельным подсистемам СКС рекомендуется оформлять в табличной форме и с использованием средств вычислительной техники.

Процесс расчета расхода отдельных компонентов СКС ведется с использованием статистических закономерностей, в обязательном порядке проявляющихся при реализации проектов. При этом априорная информация о принципах построения более высоких уровней информационно-вычислительной системы предприятия не оказывает практически никакого влияния на реализацию горизонтальной кабельной проводки и учитывается в полной мере для оптимизации магистральной части СКС.

В процессе построения СКС возникает необходимость в применении достаточно обширной номенклатуры монтажных и установочных компонентов, переменные параметры и расход которых прямо пропорционален количеству обслуживаемых рабочих мест.

ГЛОССАРИЙ

Plenum-полость – пространство между подвесным потолком и этажным перекрытием над ним, в которое возможен приток воздуха в объемах, достаточных для поддержания процесса горения. Plenum-полостью в некоторых случаях считается также пространство под фальшполом. К кабелям, прокладываемым в plenum-полостях, выдвигаются особо жесткие требования в отношении пожарной безопасности.

Аппаратная – техническое помещение, в котором располагаются сетевые устройства коллективного пользования масштаба предприятия (УПАТС, серверы, коммутаторы). Может быть совмещена с кроссовой здания.

Ведомость – документ, содержащий в систематизированном виде перечень других документов определенного функционального назначения.

Договор – основной документ, регулирующий правовые и финансовые отношения, взаимные обязательства и ответственность заказчика и подрядчика.

Доступ – санкционированное в установленном порядке разрешение на перемещение людей и имущества в охраняемые объект и/или зону объекта.

Дубликат – копия подлинника, обеспечивающая идентичность воспроизведения подлинника, выполненная на любом материале и позволяющая делать с него копии.

Заказчик – физическое или юридическое лицо, которое организует и финансирует проектные, строительные и прочие работы.

Изменение рабочего документа – любые исправления, исключения или добавления в рабочий документ, ранее выданный заказчику, без изменения его обозначения.

Инструкция – документ, содержащий подробные указания и исчерпывающие правила выполнения заданных действий, используемый при изготовлении и использовании изделия (сборке, контроле, приемке и т.д.).

Исправление рабочего документа – любое исправление, исключение или добавление каких-либо данных без изменения обозначения рабочего документа, ранее выданного заказчику.

Кабель – электротехническое изделие, состоящее из скрученных изолированных проводников, заключенных в общую герметичную оболочку.

Кабельная проводка – совокупность кабелей, проводов и коммутационного оборудования с относящимися к ним элементами монтажа и крепежа, а также поддерживающими и защитными конструкциями и деталями.

Кабельный ввод – часть линейных сооружений проводной линии связи, расположенная на участке от вводного колодца кабельной канализации или вводной опоры воздушной линии связи до оконечных кабельных устройств в здании.

Канализация связи – совокупность трубопроводов, шахт, колодцев и иных смотровых устройств, предназначенных для прокладки кабелей связи в образуемые ею каналы, монтажа этих кабелей и их последующего эксплуатационного обслуживания.

Коллектор – замкнутый подземный проход круглого или прямоугольного поперечного сечения достаточно больших размеров, предназначенный для прокладки различных видов коммуникаций.

Коммутационный шнур – шнур, используемый для соединения разъемов панели горизонтальной подсистемы с панелью отображения портов сетевого оборудования, устанавливаемого в данном техническом помещении. Применяется только при организации кроссового поля по схеме коммутационного соединения (cross-connect).

Копия – документ, выполненный способом, обеспечивающим его идентичность с подлинником и предназначенный для непосредственного использования при разработке, производстве и эксплуатации.

Кроссовая – служебное техническое помещение нижнего и среднего уровня, предназначенное для установки коммутационного оборудования СКС и активных приборов различного назначения, работающих непосредственно с сетевым оборудованием пользователей или обслуживающих небольшие или средние рабочие группы.

Кроссовый шнур – шнур для формирования трактов передачи информации, проходящих транзитом через данное техническое помещение.

Монтажный чертеж – документ, содержащий упрощенное изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения.

Наружная кабельная проводка – кабельная проводка, проложенная по открытой и скрытой схеме вне зданий и сооружений по наружным стенам, в кабельной канализации и т.д.

Обоснование – документ или его составная часть, содержащая сведения, подтверждающие целесообразность принимаемых решений.

Огнестойкость – свойство сопротивляемости материала, конструкции, сооружения и их отдельных элементов воздействию пожара и распространению его опасных факторов.

Оконечный шнур – обычный или монтажный шнур, предназначенный для подключения абонентских и up-link-портов сетевого оборудования к коммутационному полю СКС.

Оператор связи – физическое или юридическое лицо, имеющее право на предоставление услуг электросвязи. Документом, дающим такое право, является выданная в установленном порядке лицензия.

Описание – документ или его составная часть, поясняющая назначение системы, компонента и других аналогичных объектов, принципов их действия и условий применения.

Оригинал – документ, выполненный на любом материале и предназначенный для изготовления по нему подлинников.

Открытая кабельная проводка – кабельная проводка, проложенная по поверхности стен, потолков, ферм и других строительных элементов зданий и сооружений.

Подвесной потолок – горизонтальная конструкция, которая крепится с нижней стороны перекрытия или покрытия крыши на расстоянии не менее 5 мм от них.

- Подлинник** – документ, оформленный подлинными установленными подписями и выполненный на любом материале, позволяющем многократно воспроизводить с него копии.
- Подрядчик** – физическое или юридическое лицо, являющееся исполнителем строительных работ.
- Полоса** – металлическая полоса, закрепленная вплотную к поверхности стены, потолка или иной аналогичной конструкции и предназначенная для крепления к ней отдельных кабелей и их пучков.
- Пояснительная записка** – документ, содержащий описание структуры, принципа построения и функционирования разрабатываемой кабельной системы, а также обоснование принятых при ее разработке технических и технико-экономических решений.
- Приложение** – материал, дополняющий основной текст проектной документации.
- Примечание** – пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц и графического материала проектной документации.
- Программа и методика испытаний** – документ, содержащий технические данные, подлежащие проверке при испытаниях изделия, а также порядок и методы их контроля.
- Проектировщик** – физическое или юридическое лицо, разрабатывающее определенный вид документации (как правило, рабочую документацию) и осуществляющее в необходимых случаях авторский надзор.
- Расчет** – документ, содержащий расчеты параметров и величин. Применительно к СКС этот документ может содержать расчет количества горизонтального кабеля, емкости монтажных конструктивов и т.д.
- Рукав** – относительно короткий отрезок трубы, вмонтированный в междуэтажное перекрытие и предназначенный для прокладки кабелей различного назначения.
- Силовой кабель** – кабель, предназначенный для передачи и распределения электрической энергии.
- Скрытая кабельная проводка** – кабельная проводка, проложенная внутри конструктивных элементов зданий и сооружений (в стенах, полах, перекрытиях и т.д.), а также за подвесным съемным потолком и под фальшполом.
- СКС в защищенном исполнении** – структурированная кабельная система, осуществляющая свои функции в соответствии с требованиями стандартов и иных нормативных документов по защите информации.
- Слот** – снабженный бортиком проем в перекрытии технического помещения, являющийся конструктивным элементом стояка и предназначенный для прокладки различных видов коммуникаций.
- Создание системы** – совокупность упорядоченных во времени и взаимосвязанных работ, выполнение которых необходимо и достаточно для реализации системы, удовлетворяющей заданным требованиям.

- Спецификация** – текстовый проектный документ, определяющий состав оборудования, изделий и материалов, предназначенных для комплектования, подготовки и создания того или иного изделия или комплекса.
- Стойка** – металлическая конструкция без дверей и обшивки, предназначенная для размещения в ней активного и пассивного сетевого оборудования.
- Стояк** – комплекс вертикальных трубопроводов, каналов и этажных шкафов. В части, относящейся к СКС, в основном используется для протяжки кабелей подсистемы внутренних магистралей.
- Струна** – стальная проволока, натянутая вплотную к поверхности стены, потолка и другой аналогичной конструкции и предназначенная для крепления к ней отдельных кабелей и их пучков.
- Схема** – документ, на котором в виде условных изображений или обозначений показаны составные части изделия и связи между ними.
- Таблица** – документ, содержащий различные данные, сведенные в таблицу.
- Точка перехода** – устройство, входящее в состав линейной части горизонтальной подсистемы СКС, в котором выполняется соединение кабелей различных типов. В точке перехода запрещается подключение сетевого оборудования и выполнение переключений.
- Трос** – проволока или стальной канат, натянутый в воздухе и предназначенный для подвески к нему или намотки на него отдельных кабелей и их пучков.
- Учрежденческо-производственная автоматическая телефонная станция (УПАТС)** – коммутационная станция, обеспечивающая пользователям организации внутреннюю связь по сокращенной нумерации, предоставляющая им ряд дополнительных видов обслуживания, а заранее выбранной группе абонентов – выход на телефонную сеть общего пользования.
- Функциональная секция** – часть коммутационного поля оборудования, установленного в техническом помещении, образованная непрерывным множеством розеточных частей разъемов коммутационных и кроссовых панелей и предназначенная для подключения кабелей определенного назначения.
- Чердак** – пространство между конструкциями кровли (наружных стен) и перекрытием верхнего этажа.
- Чертеж** – изображение изделий и устройств, применяемых при создании СКС, а также планов их расположения.
- Шкаф** – независимо устанавливаемая, самоподдерживающаяся металлическая конструкция, снабженная дверьми и боковыми стенками и предназначенная для размещения в ней активного и пассивного сетевого оборудования.
- Эксплуатационные документы** – документы, предназначенные для использования при эксплуатации, обслуживании и ремонте изделия.
- Этаж технический** – этаж для размещения инженерного оборудования и прокладок коммуникаций.
- Этаж цокольный** – этаж при отметке пола помещения ниже планировочной отметки земли на высоту, составляющую не более половины высоты помещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Structured Cabling Russia. BSRIA Market Report 16299/04, May 2002. – 56 p.
2. Гук М. Аппаратные средства локальных сетей. Энциклопедия. – СПб.: Питер, 2000. – 576 с., ил.
3. Telecommunications Distribution. Methods manual. 9th edition. BICSI. A Telecommunications Association, 2001.
4. Podrecznik instalatora. – Фирменный материал компании Molex. – 86 p.
5. R&M freenet Installation Guide. – Фирменный материал компании Reichle & De-Massari AG. Edition 1.0. March, 1999. – 243 p.
6. Справочник проектировщика. – Фирменный материал компании Mod-Tap. – 72 с.
7. Харкер Д., Бекорн П., Снайдер Д. Интеллектуальные здания. Проектирование и эксплуатация информационной инфраструктуры. Сети МР, 1996. – 135 с.
8. The Siemon company. Catalog 2000. – Каталог компании Siemon, 2000. – 260 p.
9. AT&T SYSTIMAX Structured cabling systems. Design & Engineering for SYSTIMAX SCS ND321 – Binder 1. Issue 1.0e, September 1994. – Фирменный материал компании AT&T. – 450 p.
10. Семенов А. Б. Техника СКС на выставке CeBIT 2001 // Вестник связи. 2001. – № 5.
11. TIA/EIA TSB-75. Additional Horizontal Cabling Practices For Open Offices. – August 1996.
12. TIA/EIA-568-B.1. Commercial Building Telecommunications Cabling Standard. Part 1: General Requirements. – May 2001. – 79 p.
13. Смирнов И. Г. Новый стандарт СКС // Вестник связи. – 2001. – № 5. – С. 63–67.
14. TIA/EIA TSB-72. Centralized Optical Fiber Cabling Guidelines. – October 1995.
15. ISO/IEC TR 14763-2. Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 2: Planning and installation. First edition. 2000–07. – 20 p.
16. Локальная сеть на волоконной оптике. – Проспект фирмы Corning. – 1998. – 8 с.
17. СНиП 11-01-95. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. Строительные нормы и правила. – М.: Минстрой России, 1995. – 13 с.

18. Правила устройства электроустановок ПУЭ. Шестое издание, переработанное и дополненное, с изменениями. М.: Главэнергонадзор России, 1998. – 608 с.
19. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания. – Издательство стандартов, 1991. – 8 с.
20. ГОСТ 21.614-88 (СТ СЭВ 3217-81). Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах. Система проектной документации для строительства. – М.: Государственный строительный комитет СССР, 1988. – 16 с.
21. ГОСТ 21.406-88. Проводные средства связи. Обозначения условные графические на схемах и планах. Система проектной документации для строительства. – ИПК издательства стандартов, 1998. – 44 с.
22. ГОСТ Р 50-34.126-92. Информационная технология. Правила проведения работ при создании автоматизированных систем. Рекомендации. – Издательство стандартов, 1992. – 17 с.
23. Верник С. М., Кочановский Л. Н. Оптимизация линейных сооружений связи. – М.: Радио и связь, 1984. – 136 с.
24. Cablemat Planner. Mohawk/CDT 2000. A division of Cable Design Technologies, 2000. – 18 p.
25. ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем. – Издательство стандартов, 1991. – 14 с.
26. ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. – Издательство стандартов, 1991. – 16 с.
27. ГОСТ 2.119-73. Эскизный проект. Единая система конструкторской документации. – Издательство стандартов, 1991. – 6 с.
28. РД 50-34.698-90. Информационная технология. Методические указания. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов. – Издательство стандартов, 1991. – 39 с.
29. ГОСТ 2.119-73. Технический проект. Единая система конструкторской документации. – Издательство стандартов, 1991. – 6 с.
30. ГОСТ 2.106-96. Текстовые документы. Единая система конструкторской документации. – Издательство стандартов, 1991. – 26 с.
31. EIA/TIA-569. Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces. – October 1990. – 110 p.
32. ANSI/NECA/BICSI 568-2001. Installing Commercial Building Telecommunication Cabling. An American National Standard. BICSI, January 2002. – 39 p.
33. СН 512-78. Инструкция по проектированию зданий и помещений для электронных вычислительных машин. Строительные нормы. М.: Стройиздат, 1979. – 22 с.

34. ППБ 01-93. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. Главное управление государственной противопожарной службы МВД России. – М., 1998. – 136 с.
35. СНиП 2.04.09-84. Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы и правила. – М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1985. – 13 с.
36. ОСТН-600-93. Отраслевые строительно-технологические нормы на монтаж сооружений связи, радиовещания и телевидения. Министерство связи Российской Федерации (Минсвязи России). Специализированное конструкторско-технологическое бюро строительной техники связи ТОМАСС. – 234 с.
37. СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания. Строительные нормы и правила. – М.: Минстрой России, 1995. – 35 с.
38. Прайс-лист. – Каталог компании Electro-Liason, сентябрь 2001. – 32 с.
39. Gerschau L. Strukturierte Verkabelung. – Bergheim, DATAKOM, 1995. – 276 S.
40. Corning Cabling Systems LANscape. Design Guide. Release 4. 1-800-743-2671. Фирменный материал компании Corning. – 143 р.
41. Строительство кабельных сооружений связи. Справочник // Барон Д. А., Гроднев И. И., Евдокимов В. Н. и др. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1988. – 768 с.
42. Магистраль для оптоволоконных кабелей. – Проспект фирмы dura-line. – 24 с.
43. Мифтяхетдинов С. Х. Взгляд на применение технологии прокладки оптических кабелей в защитных пластмассовых трубах. // В сб. XVI научно-техническая конференция кабельной лаборатории ЛОНИИС. – Санкт-Петербург – Пушкинские горы, 2002. – С. 19–22.
44. Исходные данные по проектированию линейно-кабельных сооружений ВОЛП с ОК в защитных пластмассовых трубах (Первая редакция). – М: ЦНИИС, 1999. – 32 с.
45. Руководство по строительству линейных сооружений местных сетей связи. Министерство связи Российской Федерации. Акционерное общество по разработке и совершенствованию технологий строительства сооружений связи ССКТБ ТОМАСС, том 1. – Москва, 1996. – 307 с.
46. Нестеров О. Н., Свиридюк П. К., Яхнис Л. Н. Справочник проектировщика производственной связи. – М.: Радио и связь, 1981. – 216 с.
47. МГСН 1.01-98. Временные нормы и правила проектирования планировки и застройки г. Москвы. – Сводная редакция, 1999. – 113 с.
48. Руководство по строительству линейных сооружений магистральных и внутризоновых кабельных линий связи. Министерство связи СССР. – М.: Радио и связь, 1986. – 608 с.
49. Сибикин Ю. Д., Сибикин М. Ю. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. – М.: ПрофОбрИздат, 2002. – 432 с.

50. Грязнов Ю. М., Дубровский Е. П., Караваева С. Ф. Электромонтер линейных сооружений телефонной связи и радиофикации. Учебник для СПТУ. – М.: Высшая школа, 1988. – 295 с.
51. Руководство по герметизации вводов кабелей предприятий связи. Министрство связи СССР ССКТБ ТОМАСС. – Москва, 1986. – 37 с.
52. Справочник инженерно-технических работников и электромонтеров технических средств пожарно-охранной сигнализации. – М.: НИЦ «Охрана» ВНИИПО МВД России, 1997. – 262 с.
53. Технический справочник. Муфты, монтажные материалы, приспособления и инструменты для строительства и эксплуатации линейных и станционных сооружений связи. – М.: ГУП. Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000. – 102 с.
54. ВСН 59-88. Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирования Госкомархитектуры. – М.: ГУП ИПП, 2000. – 88 с.
55. Стерлинг Д. Техническое руководство по волоконной оптике. Пер. с англ. – Лори, 1998. – 288 с.
56. ISCS system reference manual. – Фирменный материал компании ITT Cannon Network Systems & Services, 1995.
57. СНиП 3.05.07-85. Системы автоматизации. Строительные нормы и правила. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000. – 49 с.
58. Systeme – die verbinden. Auswahlliste 1998. – Каталог фирмы Ackermann. 116 S.
59. СНиП 3.05.06-85. Электротехнические устройства. Строительные нормы и правила. – М.: Госстрой России, 2001. – 59 с.
60. Systemanleitung. – Каталог фирмы Defem System AB, Feb. 2002. – 16 S.
61. Листовые лотки. – Каталог фирмы МЕКА. – 59 с.
62. Кабельные коммуникации. – Каталог компании Ostec. – 34 с.
63. Cabling Installation & Maintenance. 1999, May. – P. 8–10.
64. ГОСТ Р МЭК 449-96. Диапазоны напряжений. Электроустановки зданий. М.: ИПК, Издательство стандартов, 1998. – С. 7–9.
65. Алиев И. И. Кабельные изделия. Справочник. – М.: ИР Радиософт, 2001. – 224 с.
66. Millenium/Structured Cabling System. CAT6Plus, GigaPlus. Copper System Installation Manual. – 243 p.
67. Назаров В. И. Электропроводка. – ЗАО АСВТ, 2000. – 256 с.
68. Кохно М. Т. Звуковое и телевизионное вещание. Учебник. – Минск: Экоперспектива, 2000. – 304 с.
69. Мишенков С. Л., Копылов А. М., Ефимов А. П. Системы звукового вещания и оповещения. Учебное пособие по курсу «Радиовещание и электроакустика». – М.: МТУСИ, 1995. – 77 с.
70. Вопросы и ответы. Международный Учебный Центр Телекоммуникаций. – Издание компании ICS, 2000. – 87 с.

71. ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. Госстандарт России. – Издательство стандартов, 1992. – 9 с.
72. СанПиН 2.2.2. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам (ВДТ), персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ. Санитарные правила и нормы. – 1996.
73. ВНИИ-001-95. Здания учреждений Центрального Банка Российской Федерации. Ведомственные нормы проектирования. Центральный банк Российской Федерации. – М., 1995. – 26 с.
74. Филлипс В. Искусство сращивания проводников // Сети и системы связи. – 14 декабря 2001 года. – № 14 (78). – С. 30–34.
75. ГОСТ 21.507-81. Интерьеры. Рабочие чертежи. Система проектной документации для строительства. – М.: Государственный строительный комитет СССР, 1987. – 8 с.
76. Daten-Kabel. Anwender-Information. – Каталог фирмы Felten & Guileume Kabelwerke GmbH. – 20 S.
77. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1974. – 832 с.
78. Скляр В. С., Полищук Е. Ф. СКС в Украине: итоги 2001 года // Вестник связи. – 2002. – № 5. – С. 45–48.
79. Скляр В. С., Полищук Е. Ф., Федосеев А. И. Украинский рынок СКС 2000 // Вестник связи. – 2001. – № 10. – С. 42–48.
80. Boothroyd D. Hybrid cable lives up to a mixed reputation. Cabling Installation & Maintenance Europe. – May/June 2000. – P. 9–10.
81. Семенов А. Б. Световоды для оптических кабелей СКС // LAN. Журнал сетевых решений. – 2000. – № 3. – С. 81–87.
82. Georgevits G. Key telephone system pushing POTS of the stove. Cabling Installation & Maintenance. – June 2001. – P. 33–35.
83. Портнов Э. Л. Оптические кабели связи. Конструкции и характеристики. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 232 с.
84. TIA/EIA-570-A. Residential Telecommunications Cabling Standard (Revision of EIA/TIA-570). October 1999. – 55 p.
85. Mohawk/CDT. A Division of Cable Design Technologies. Master Catalog. – Каталог фирмы Mohawk/CDT, 2000. – 112 p.
86. Кабели, провода и материалы для кабельной индустрии. Технический справочник // Составление и редактирование: Кузнев В. Ю., Крехова О. В. – М.: Издательство «Нефть и газ», 1999. – 304 с.
87. Парфенов Ю. А., Мирошников Д. Г. «Последняя миля» на медных кабелях. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 224 с.
88. Иванцов И. Укладка кабеля: последний шаг. // LAN. Журнал сетевых решений. – 2001. – № 4.
89. Мурадян А. Г., Гольдфарб И. С., Иноземцев В. П. Оптические кабели многоканальных линий связи. – М.: Радио и связь, 1987. – 200 с.

90. Волоконно-оптические системы передачи и кабели. Справочник. // Гроднев И. И., Мурадян А.Г., Шарафутдинов Р.М. и др. – М.: Радио и связь, 1993. – 264 с.
91. Иоргачев Д. В., Бондаренко О. В. Волоконно-оптические кабели и линии связи. – М.: Эко-Трендз, 2002. – 282 с.
92. Конструкция, прокладка, соединение и защита оптических кабелей связи. Международный союз электросвязи. МСЭ-Т. Сектор стандартизации МСЭ. – Женева, 1994. – 161 с.
93. Комаров О. М., Спиридонов В. Н. Соединительные муфты для оптических кабелей. – В кн. Волоконно-оптическая техника: история, достижения, перспективы // Сборник статей под редакцией Дмитриева С. А., Слепова Н. Н. – М.: Издательство «Connect», 2000. – С. 316–330.
94. Монтаж и измерение волоконно-оптических линий связи. Пособие для измерителей и монтажников ВОЛС. – М.: ЗАО Связьстройдеталь, 2001. – 24 с.
95. ГОСТ 21.603-80. Связь и сигнализация. Рабочие чертежи. – Государственный комитет СССР по делам строительства. Издательство стандартов. – 16 с.
96. РД 45.120-2000. Нормы технологического проектирования. Городские и сельские телефонные сети. Руководящий документ отрасли. Министерство Российской Федерации по связи и информатизации. ЦНТИ «Информсвязь». – М., 2000. – 168 с.
97. Семенов А. Б., Стрижаков С. К., Сунчелей И. Р. Структурированные кабельные системы. 4-е издание. – М.: ДМК-Пресс, 2002. – 640 с.
98. Семенов А. Б. Новинки кабельной техники на выставке Exponet 2001 // Вестник связи. – 2002. – № 3. – с. 74–80.
99. Семенов А. Б. Разъемы типа 110 для трактов СКС категории 6 // LAN. Журнал сетевых решений. – 2000. – № 4. – С. 65–76.
100. ГОСТ 28324-89 (СТ СЭВ 6423-88). Сети распределительные приемных систем телевидения и радиовещания. Классификация приемных систем, основные параметры и технические требования. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 30 с.
101. Лапшин А. Широкополосная часть гибридной волоконно-коаксиальной сети. Европейский стандарт EN 59083 // Телеспутник. – 1997. – № 9 (23).
102. Rossbach M. Kabelfernsehen übers LAN. LANline spezial, IV/2001. Oktober 2001. – S. 34–39.
103. Produkt Katalog 2001. – Каталог фирмы Telesafe, 2001. – 22 S.
104. Солоха Н. Квартирная разводка телевизионной кабельной сети // Телеспутник. – 1998. – № 12 (38).
105. Гибридные волоконно-коаксиальные сети кабельного телевидения. Волоконно-оптическая техника. – М., 2001. – 12 с.
106. Handbuch 30. – Каталог фирмы Rittal, 2000. – 1092 S.
107. Catalogue for Electronics Enclosures 1999/2000. – Каталог фирмы Schroff, 1999. – 704 p.

108. Руководство по кабельным системам. – Московское представительство компании TRALE Ltd., 2001. – 144 p.
109. ГОСТ 28601.2-90 (СТ СЭВ 6688-89). Система несущих конструкций серии 482,6 мм. Шкафы и стоечные конструкции. Основные размеры. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам. – 15 с.
110. Борзенко А. Типы серверов // Корпоративные системы. Платформы и технологии. – 2002. – № 1. – С. 8–15.
111. Барсков А. Г. ИБП малой мощности // Сети и системы связи. – 2002. – № 9 (87). – С. 95–101.
112. Монтажное электрооборудование. – Каталог компании Legrand, 1999/2000. – 304 с.
113. ГОСТ 18620-86. Изделия электротехнические. Маркировка.
114. TIA/EIA-606. Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Building. February 1993. – 81 p.
115. ISO/IEC 14763-1:1999 (E). International Standard. Information technology – implementation and operation of customer premise cabling. Part 1: Administration. – 17 p.
116. ГОСТ Р МЭК 61210-99. Зажимы плоские быстросоединяемые для медных электрических проводников.
117. ГОСТ 23594-79. Монтаж электрический радиоэлектронной аппаратуры и приборов.
118. www.netwizard.ru
119. Сборник расценок на прокладку, монтаж и измерения оптического кабеля в г. Москве. – М., 1998. – 8 с.
120. Сборник местных норм времени и расценок на строительные, монтажные и ремонтно-восстановительные работы. Выпуск 1. Строительство и монтаж кабельных линий связи. Министерство связи СССР. – Трест Межгорсвязьстрой, 1990. – 16 с.
121. СНиП 3.01.04-87. Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения. Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1988. – 68 с.
122. МГСН 8.01-00. Приемка и ввод в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения. Московские городские строительные нормы. – 2000. – 56 с.
123. ГОСТ 21.101-97. Основные требования к проектной и рабочей документации.
124. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, 2000.
125. ГОСТ 21.110-95. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов. Система проектной документации для строительства. – М., 1995. – 12 с.

126. ГОСТ 21.102-79. Общие данные по рабочим чертежам. Система проектной документации для строительства. М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1979. – 4 с.
127. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы и правила Российской Федерации. – М.: Госстрой России, 2001. – 16 с.
128. Immer gut verbinden. Kupfer Datenkabel. – Каталог фирмы VOKA. Ausgabe 08.2000. – 60 S.
129. ВСН 116-93. Инструкция по проектированию линейно-кабельных сооружений связи. Ведомственные строительные нормы. – М.: Гипросвязь, 1993. – 16 с.
130. ВСН 60-89. Устройства связи, сигнализации и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий. Нормы проектирования Госкомархитектуры. – М.: Государственный комитет по архитектуре и градостроительству при Госстрое СССР, 1988. – 50 с.
131. Сухоруков С. А. Защита информационно-вычислительных систем от намеренного силового воздействия по коммуникационным каналам. В сб.: Безопасность компьютерных систем. Том 2. – Санкт-Петербург, 2000. – С. 24–33.
132. ГОСТ Р 50739. Защита от несанкционированного доступа к информации. Общие технические требования. – 10 с.
133. ГОСТ 51583-2000. Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении. – М.: Издательство МНТКС, 2001. – 8 с.
134. Торопкин А. А. Основы инженерно-технической защиты информации. – М.: Ось-89, 1999. – 336 с.
135. Петраков А. В., Лагутин В. С. Защита абонентского телетрафика. 2-е изд. – М.: Радио и связь, 2002. – 504 с.
136. Саурин А. А., Шихутский А. Л. Безопасные структурированные кабельные системы (защита от несанкционированного доступа) // Банковские технологии. – 1998. – № 5. – С. 13–17.
137. Годный В. Г. Вопросы информационной безопасности в волоконно-оптических линиях связи // Системы безопасности. – 2002. – № 2 (44), – С. 44–46.

Семенов Андрей Борисович

Проектирование и расчет структурированных кабельных сетей И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Руководитель проекта *Бенеташвили А. Г.*
a_benetashvili@it.ru

Главный редактор *Захаров И. М.*
editor-in-chief@dmkpress.ru

Выпускающий редактор *Морозова Н. В.*
Верстка *Дудатий А. М.*
Графика *Салимонов Р. В.*
Дизайн обложки *Мовчан А. Г.*

Подписано в печать 15.03.2003. Формат 70×100¹/₁₆ .

Гарнитура «Петербург». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 33,8+1,3 вкл. Тираж 3000 экз. Зак. № К-3756.

Издательство «ДМК Пресс», 105023, Москва, пл. Журавлева, д. 2/8.

Web-сайт издательства: www.dmkpress.ru

Internet-магазин: www.abook.ru

Компания «АйТи», 117218, Москва, ул. Кржижановского, д. 21а

Управление по издательской деятельности «АйТи-Пресс».

Электронные адреса: www.it.ru/books/, info@it.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов
в РГУП «ИПК "Чувашия"» по заказу ИПЦ «Святигор»
428019, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 13